EMILIA HATESCU VICTOR SCUTARU

FIZICA ŞI VIAŢA

<30

EDITURA ŞTIINŢIFICA Bucureşti, 1997

CUPRINS

PREFAŢĂ

Deşi educaţia îi poate cizela în mod asemănător pe diferiţi indivizi, ea păstrează normele adânci ale diferitelor temperamente. Şi, stăpân pe sine, omul trebuie să difere unul de celălalt prin temperament şi comportamentul rezultat.

Este uşor de înţeles de ce viaţa cu toate activităţile sale este explicată în diferite moduri, după pregătirea şi interesul fiecăruia. Nu este necesar să pătrunzi în laboratoarele de cercetare sau în cabinetele de fizică pentru a observa modul în care se desfăşoară viaţa noastră cotidiană, urmând legile pe care generaţii de savanţi au izbutit să le studieze şi să le formuleze.

Tot ce se petrece în casa noastră, tot ce observăm pe stradă, pe şosea, într-un avion sau pe un vapor, îşi găseşte explicaţia în legile fizicii, pe care orice om al acestui sfârşit de veac se cuvine să le cunoască. Desigur, ele se învaţă în şcoală, dar fiind sistematizate cu multă logică şi tratând subiectele în mod exhaustiv, programele şcolare prezintă o fizică oarecum abstractă.

Adesea formulele a căror valoare nu poate fi contestată ascund realitatea.

Această lucrare completează cunoştinţele de fizică, aşa încât să stabilească, pentru cei ce caută, explicaţia diferitelor fenomene observate, contactul necesar între ştiinţă şi viaţa cotidiană.

Pe lângă experimentul făcut în laborator, important este să ştim să punem cunoştinţele de fizică în legătură cu viaţa de zi cu zi, să privim evoluţia cunoştinţelor de fizică prin prisma aplicaţiilor sale şi a vieţii oamenilor, a acelor personalităţi care, cu pasiune,

dăruire şi uneori cu mari sacrificii şi-au adus contribuţia la construirea edificiului fizicii.

Nu puţine sunt cazurile când, pornind de la probleme distractive, în aparenţă uşoare, s-a ajuns la concluzii, de interes ştiinţific, tehnic, nebănuit de importante.

1. ELEMENTE DE FIZIOLOGIE AMBIENTALĂ EXPLICATE PRIN LEGILE FIZICII

Organismul şi mediul în care trăieşte acesta constituie binomul fundamental al existenţei noastre. Studiul ştiinţific al raporturilor fiinţelor vii cu mediul lor natural, dar şi apărarea acestui mediu în condiţiile societăţii modeme constituie o problemă de mare actualitate. Argumentele ştiinţifice om-mediu se obţin cu dificultate, obligând la o vastă investigaţie interdisciplinară. Se poate afirma că un organism se naște cu o anumită structură temporală, aşa cum el se naște cu o anumită structură spaţială.

Temperatura corporală este constanta fizică a organismului viu, rezultată din reacţiile chimice celulare, eliberatoare de energie indispensabilă proceselor vitale. în efortul fizic, producerea de căldură poate creşte pentru perioade scurte de timp la nivelul musculaturii striate. Asemenea creşteri ar pune în pericol viaţa, dacă nu ar interveni reacţiile compensatoare în vederea restabilirii echilibrului termic.

Procesele termogenetice sunt stimulate de contracţia musculaturii scheletice, de glanda tiroida şi de temperatura crescută a corpului. Termoliza se realizeaza prin procese fizice de conducţie, convecţie, radiaţie şi evaporare. între procesele fizice şi chimice este un permanent echilibru dinamic, care întreţine temperatura corporală în limite constante (36,2 “C - 36,8 °C = temperatura periferică 37 °C - 37,5 “C = temperatura la nivelul viscerelor toraco-abdominale).

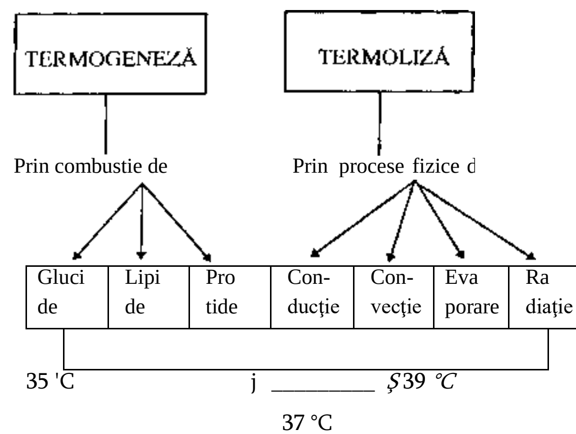


Fig. 1

Pielea umană emite radiaţii cu lungimi de undă în infraroşu, care sunt absorbite de corpurile solide şi lichide din jur. Ca orice corp prevăzut cu emiţătoare de radiaţii, pielea le poate şi absorbi, raportul dintre energia absorbită şi cea radiantă apropiindu-se de 1. în condiţiile climatului temperat un subiect sedentar îmbrăcat obişnuit poate pierde prin radiaţie până la 60% din cele 2 400 -2 500 calorii necesare în 24 ore. Pierderile sunt cu atât mai intense, cu cât suprafaţa radiantă şi gradientul termic dintre masa corporală şi obiectele din jur sunt mai mari (de exemplu, copiii pierd uşor căldura).

Plasat în apropierea unei sobe încălzite, corpul uman absoarbe până la 97 % din radiaţiile proiectate pe tegumente. Atât emisia cât şi absorbţia de căldură pot fi diminuate sau chiar suprimate prin izolare termică vestimentară. Eficacitatea acestora ţine de numărul straturilor izolatoare, de porozitatea şi permeabilitatea fată de aer şi vapori, precum şi de conductibilitatea termică a produsului vestimentar.

Aerul atmosferic fiind rău conducător de căldură, pierderile calorice prin conducţie sunt neglijabile.

Din totalitatea pierderilor calorice 12% reprezintă pierderile prin convecţie. Plasarea unei pături izolatoare între piele şi aerul atmosferic va reduce pierderea de căldură prin convecţie. Stratul subcutanat de grăsime reduce pierderea de căldură şi măreşte rezistenţa organismului (de exemplu,

înotătorii în apă rece).

Evaporarea apei este una dintre modalitățile cele mai eficace de pierdere a căldurii .la om în condiţii de temperaturi crescute ale mediului ambiant. Când temperatura mediului depășește 35 °C evaporarea devine principalul mecanism termolitic. In mediul cald şi saturat cu vapori de apă, vaporizarea nu se mai produce şi pierderea de căldură încetează. De aceea căldura umedă este mai greu suportată decât cea uscată. Dacă creşte altitudinea se micşorează presiunea atmosferică, dar şi alţi factori care nu trebuie ignoraţi: temperatura, curenţii de aer, radiaţiile şi umiditatea.

Fenomenele care apar sunt definite ca „rău de altitudine” , exprimate subiectiv prin cefalee, astenie, somnolenţă, modificări ale respiraţiei şi circulaţiei. Expunerea la mare altitudine (munţi) va crea un deficit de energie. Modificările respiratorii constau în creşterea ventilaţiei pulmonare prin mărirea frecvenţei respiraţiei. Se accentuaează circulaţia periferică prin dilatarea capilarelor cât și prin deschiderea unor capilare de rezervă. Lipsa de oxigen creşte evaporarea la nivelul tractului respirator, la care se adaugă transpiraţia şi temperatura redusă a mediului ambiant.

Expunerea repetată conduce la adaptări remarcabile, determinate fiind şi de modificările genetice. Dezvoltarea transportului pe calea aerului transformă studiul modificărilor din organism în timpul zborului cu avionul într-o problemă curentă de implicare a legilor fizicii în fiziologia ambientală.

La presiune normală fluidele organismului sunt saturate cu azot și alte gaze inerte, în funcție de presiunea parţială din plămâni. Când scade presiunea mediului, se tinde la eliminarea excesului de azot prin plămâni. Ca urmare, se formează mici bule de azot, tolerate bine în ţesuturi elastice; când mediul nu este elastic, presiunea determinată de bule persistă, poate provoca dureri, leziuni tisulare sau obstrucţia curentului sanguin. în aviaţia civilă aceste inconveniente se rezolvă prin presurizarea cabinelor de

călători, unde presiunea oxigenului rămâne constantă (150 toni). Se reduc efectele barotraumei, iar „răul de avion"este tolerat.

2. FENOMENE FIZICE CARE EXPLICĂ ACTIVITATEA CARDIACĂ

Inima ca organ propulsor, prevăzut cu sistem propriu de aprindere, generator de contracţii ritmice autoîntreţinute, îndeplineşte rolul unei veritabile motopompe biologice, ce furnizează energia necesară deplasării sângelui în circuitul închis al marii şi micii circulaţii.

La rândul lor, arterele, capilarele şi venele formează o reţea de tuburi elastice cu structură şi funcţii diferite.

Inima este un organ care îndeplineşte rolurile de rezervor sanguin şi de pompă aspiro-respingătoare cu activitate ritmică sistolo-diastolică. Ea asigură diferenţele de presiune necesare circulaţiei sângelui în arborele vascular.

Activitatea cardiacă se exteriorizează printr-o serie de fenomene de natură mecanică, acustică, electrică. Rolul de pompă al inimii se realizează datorită unor variaţii ritmice de presiune din interiorul sistemului tetracameral, cardiac. Aceste variaţii sunt consecinţa unor contracţii (sistole) şi a unor relaxări

(diastole) a căror succesiune ciclică formează revoluţia cardiacă. Evacuarea sângelui ventricular se realizează prin micşorarea semnificativă a volumului cavităţii ventriculare. Fibrele miocardice se scurtează, grosimea peretelui creşte şi volumul cavităţii scade. De la un volum de 150 -200 ml la sfârşitul diastolei inimii unui adult sănătos se ajunge la un volum de 50 - 70 ml. Diferenţa de 100 - 130 ml corespunde volumului sanguin ejectat.

Evacuarea se realizează prin reducerea diametrului transversal şi a celui longitudinal.

Reducerea diametrului longitudinal măreşte cavitatea atrială şi reduce presiunea din interior, aspirând sângele din vene. Sângele acumulat în atrii curge rapid în ventriculele relaxate. în cursul activităţii mecanice a inimii sunt generate zgomote care pot fi urmărite direct sau cu stetoscopul.

Vibraţiile sonore apar fie ca urmare a accelerării brusce a sângelui, fie ca urmare a frânării brusce a sângelui care întâlneşte un obstacol (perete, valvulă).

în ambele cazuri se produc curenţi turbionari ce produc vibraţii la care se adaugă vibraţia obstacolului (perete muscular relaxat sau contractat, valvule închise).

Suprasolicitarea mecanică a inimii, de durată, determină o creştere a masei muşchiului cardiac. Prin activitatea sa contractilă inima prestează un lucru mecanic intern şi unul extern. Lucrul mecanic
efectuat de inimă pentru a propulsa volumul sistolic sanguin împotriva presiunii din artere reprezintă lucrul mecanic extern.

Lucrul mecanic intern este necesar depăşirii inerţiei elementelor elastice, în serie cu elementele contractile.

Exprimând consumul energetic al miocardului sub forma consumului de oxigen, rezultă:

$$\eta = \frac{L}{Q_{O_2}},$$

deci 77 =10 - 20%. Creşterea lucrului mecanic prin creşterea volumului sistolic (efort fizic ritmic la sportivi) este însoţit de

un randament 77 =30 - 40%. în schimb creşterea lucrului mecanic pe seama creşterii presiunii de ejecţie (hipertensiune arterială) duce la scăderea randamentului.

Fenomenele electrice din cursul activităţii' cardiace preced în general fenomenele mecanice pe care le declanşează. Electrocardiograma reprezintă înregistrarea la suprafaţa corpului a variaţiilor de potenţial a fenomenelor electrice de depolarizare şi repolarizare a ansamblului de fibre miocardice în cursul unei revoluţii cardiace. Propagarea undei de excitaţie din aproape în aproape face ca în fiecare moment să coexiste fibre depolarizate (electronegative) şi fibre polarizate (electropozitive) alcătuind tot atâţia dipoli microscopici individuali.

Sumarea acestor dipoli parţiali determină

apariţia unui dipol unic, momentan, format din ansamblul fibrelor depolarizate în momentul respectiv, în opoziţie cu ansamblul fibrelor polarizate în acelaşi moment.

Se poate considera că fiecare moment al activităţii cardiace este caracterizat printr-un dipol unic, momentan, generator al unui câmp caracteristic. Derivaţiile standard sunt astfel orientate, încât depolarizarea ventriculară să producă la un adult normal o deflexiune pozitivă în toate derivaţiile, conform figurii 2a şi 2b .

axă electrică linie de potenţial zero

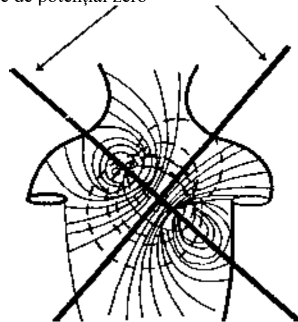


Fig. 2a. Câmpul electric cardiac.

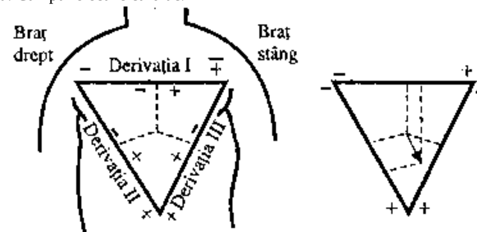


Fig. 2b. Triunghiul EINTHOVEN.
Proiec|ia vectorului cardiac principal pe axele derivaţiilor.

Circuitul electric inimă-organism, prin care se transmit

fenomenele electrice cardiace la suprafaţa corpului, se poate simplifica printr-un circuit echivalent folosind aproximări fizice şi geometrice astfel:

- rădăcina membrelor superior drept şi stâng, şi inferior stâng constituie vârfurile unui triunghi echilateral:
- activitaea electrică a inimii în orice moment poate fi reprezentată printr-un vector cu baza în centrul triunghiului;
- inima şi membrele se află în acelaşi plan frontal care ar împărţi corpul în două părţi egale:
- conductibilitatea electrică a corpului este omogenă;
- membrele comportându-se ca nişte conductori liniari, plasarea electrozilor la rădăcina lor, sau oriunde pe lungimea liniară nu aduce diferenţe.

3. FIZICA ŞI EFORTUL SPORTIVILOR

V

Efortul fizic poate fi dinamic sau static, după cum forţa contractilă dezvoltată produce sau nu mişcare, deplasare sau altă formă de lucru mecanic.

Când forţa dezvoltată de contracţia musculară determină deplasarea punctului său de aplicaţie, provocând actul motor de mişcare, suntem în prezenţa unui efort dinamic, având la bază scurtarea fibrelor musculare. Lucrul mecanic rezultat se realizează cu participarea predominantă a metabolismului energptic aerob.

Când forţa musculară dezvoltată de contracţie nu produce deplasare sau mişcare este vorba de activitatea musculară statică.

Intensitatea cheltuielilor energetice în efort poate fi apreciată în funcţie de consumul de oxigen raportat la unitatea

de timp. în efortul fizic moderat cheltuielile energetice ale unui adult de 70 kg depăşesc de 2 - 3 ori valorile de repaus, iar în muncile grele de 5-8 ori.

în timpul contracţiilor puternice şi continue ale muşchilor, fluxul sanguin local scade, ducând la instalarea stării de oboseală, ca urmare a deficitului de oxigen şi nutrimente. Principala cşuză a fluxului sanguin redus este presiunea intramusculară crescută, superioară presiunii capilare.

Cea mai mare parte din energia eliberată în timpul contracţiei musculare fiind convertită în căldură, efortul muscular este însoţit de creşterea temperaturii corporale. Principalul mijloc de îndepărtare a excesului caloric astfel realizat îl reprezintă sudaţia. Secreţia sudorală depinde şi de temperatura şi umiditatea mediului. Ea se datorește producerii crescute sau eliminării insuficiente de căldură ori de câte ori zona de neutralitate termică a fost depășită (22 °C pentru organismul uman îmbrăcat şi 28 °C în condiţiile organismului dezbrăcat). Prin evaporare se pierd mari cantităţi de energie calorică, determinând scăderea temperaturii pielii sub nivelul celei normale.

Când procesele termolitice de convecţie, de conducţie, de iradiere şi mai ales de evaporare nu izbutesc să îndepărteze excesul de căldură, pot apărea fenomene de şoc caloric, reprezentate de oboseală, transpiraţie, ameţeală, colaps vascular şi chiar pierderea cunoştinţei.

Cei peste 500 de muşchi diferiţi (striaţi, netezi şi ai inimii) pe care-i conţine organismul omenesc, şi care reprezintă 40% din greutatea corpului, sunt organele care asigură cele mai felurite mişcări-

Muşchii striaţi, cu fibre de lungimi până la circa 12 cm

şi grosimi de 0,01 - 0,06 mm, care au rolul principal în exerciţiile fizice, sunt fixaţi prin ligamente pe diferitele oase ale corpului omenesc, formând peste 200 de pârghii osoase de diferite ordine, dintre care cele mai multe sunt de ordinul trei, pârghii care se pot roti în jurul articulaţiilor lor.

Exemplul caracteristic îl constituie antebraţul articulat la cot. Dacă ţimen seama de faptul că tensiunea fiecărei fibre musculare poate lua valori între 0,1- 0,3 N rezultă că fiecare cm^2 de secţiune musculară poate dezvolta o forţă de aproximativ 60 N. Dacă toate fibrele muşchilor ar funcţiona în acelaşi timp, muşchii ar fi capabili să dezvolte o forţă de 25 000 N, aproape de neconceput dacă ne referim la greutatea corpului omenesc.

Toate mişcările executate de om în timpul exerciţiilor fizice se desfăşoară în concordanţă cu legile mecanicii. Aceste legi guvernează atât deplasarea sportivului (în mers, săritură, alergare, înot), cât şi mişcarea diferitelor obiecte pe care acesta le foloseşte (disc, suliţă, ciocan).

Indiferent de natura lor, ele alcătuiesc corpuri mecanice, care posedă o masă şi deci o greutate proprie.

Putem socoti că toată masa corpului s-ar concentra într-un singur punct material greu, centrul de masă, iar studiul mecanic al mişcării corpului se poate reduce, într-o primă aproximaţie, numai la studiul acestui punct. La om, centrul de masă se află pe axa verticală ce traversează corpul în lung, la o înălţime ceva mai mare ca jumătatea înălţimii corpului măsurat de la picioare spre cap şi cam la mijlocul distanţei dintre ombilic şi spate. Prin deplasări ale diferitelor părţi ale corpului omul poate modifica poziţia centrului său de greutate.

Plecând de la START, sportivul îşi măreşte mult

viteza în prima perioadă a alergării, deci efectuaează o ' mişcare accelerată. Evident viteza sportivului nu poate creşte peste o anumită limită, determinată de propria lui energie, astfel încât există o perioadă când viteza sa nu mai creşte, rămâne constantă, iar acceleraţia sa este nulă; în perioada de frânare mişcarea este încetinită.

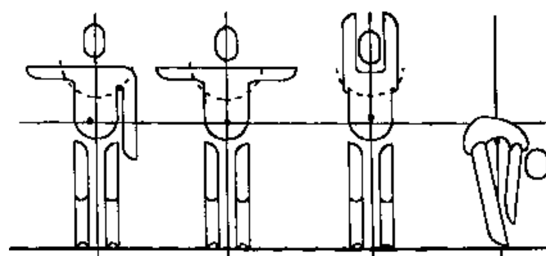


Fig. 3. Prin deplasări ale diferitelor părţi ale corpului omul poate modifica poziţia centrului său de greutate.

în interacţiunea dintre sportiv şi corpurile înconjurătoare (Pământ, diverse obiecte de aruncare) pot apărea forţe interioare (forţa muşchilor) şi forţe exterioare (cum este greutatea corpului). Se poate vorbi şi de forţe de inerţie. Acestea se manifestă numai asupra corpurilor aflate în mişcare accelerată. Forţa de inerţie se opune sensului acceleraţiei, iar mărimea ei este proporţională cu masa corpului în mişcare şi cu acceleraţia pe care o are în acel moment şi poate fi considerată aplicată în centrul de greutate al corpului. De exemplu, forţa centrifugă ce apare în mişcarea circulară este o forţă de inerţie.

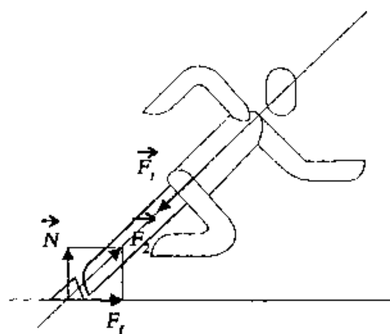


Fig. 4. jFJ -forţa de apăsare a alergătorului în momentul pornirii. *N*-forţa de reacţiune a solului asupra sportivului.

Fig. 5. F_x -forţa centripetă de la bila ciocanului în lungul firului. F_2 -forţa centrifugă de la sportiv spre bilă.

Un rol important în efectuarea oricărei deplasări sau exerciţiu sportiv îl au forţele de frecare. Deşi se opun mişcării şi consumă din energia de mişcare a sportivului sau a obiectului aflat în mişcare, fără aceste forţe activitatea sportivă nu poate exista.

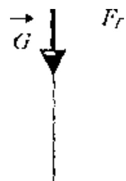


Fig. 6. Forţa de frecare *Fj* se opune mişcării sau tendinţei de mişcare. Greutatea *G* a schiorului este forţa activă, fiind reacţiunea solului.

în timpul efectuării diferitelor mişcări ale corpului omenesc sau a deplasării diferitelor corpuri şi obiecte de sport, majoritatea categoriilor de forţe enumerate mai sus sunt în general prezente ca forţe de interacţiune.

Dacă asupra unui corp (de exemplu o minge de fotbal) care se află în repaus sau într-o mişcare rectilinie, uniformă nu acţionează nici o forţă, el îşi păstrează starea în care se află. Acest lucru se datorează inerţiei corpurilor (legea I a mecanicii, a lui Newton).

Mărimea forţei care acţionează asupra unui corp în mişcare accelerată este egală cu produsul dintre masa acelui corp şi mărimea acceleraţiei pe care i-o produce forţa. Dacă corpul se află în câmp gravitaţional, el va fi atras cu o forţă care este tocmai greutatea sa. Greutatea unui corp variază cu latitudinea geografică şi altitudinea locului, spre deosebire de masa corpului, care reprezintă măsura inerţiei corpului şi care rămâne constantă oriunde s-ar afla (legea a Il-a a mecanicii, a lui Newton),

$$F = m \cdot a, G \cdot m \cdot g.$$

în momentul în care un săritor părăseşte suprafaţa solului şi apasă asupra lui cu o forţă, şi solul acţionează asupra sportivului cu o forţă egală, dar orientată de la sol către sportiv (legea a IlI-a a mecanicii, a lui Newton).

în probele de caiac-canoe, când vâslele acţionează asupra apei, şi apa acţionează la rândul ei asupra bărcii prin intermediul vâslelor, barca căpătând o mişcare accelerată. Un fenomen analog

are loc în cazul navelor sau avioanelor propulsate cu ajutorul elicelor. Palele acestora acţionează asupra apei sau aerului, împingându-le înapoi. Reacţiunea apei sau aerului asupra elicelor împinge nava, respectiv avionul, înainte. Tot pe baza legii acţiunilor reciproce va apărea în cazul mişcării circulare, o forţă dirijată după rază, înspre afară, egală în mărime cu forţa centripetă, numită forţă centrifugă (de exemplu, aruncarea bilei ciocanului). Forţa centrifugă este aceea care acţionează asupra atletului ce aruncă ciocanul, forţă care poate fi atât de mare încât să îl salte pe atlet de pe sol.

La cele trei legi fundamentale ale mecanicii se adaugă principiul suprapunerii forţelor. Dacă asupra unui punct material acţionează simultan două forţe de direcţii diferite, atunci acţiunea rezultantă este reprezentată în mărime, direcţie şi sens prin diagonala paralelogramului construit de cele două forţe ca laturi.

Exemplu: asupra unui sportiv care se lansează cu paraşuta acţionează, pe de o parte, forţa de atracţie gravitaţională a Pământului, iar pe de altă parte, forţa de rezistenţă a aerului şi vântul. Din această cauză paraşutistul nu va cădea exact pe verticala locului de lansare.

In cazul corpurilor care au o mişcare de rotaţie, se poate vorbi despre legea conservării momentului cinetic,

$J_I\text{-}(0_I+J_2\text{-}CO_2 = Ct$, în care J este momentul de inerţie, iar co - viteză unghiulară.

Relaţia de mai sus arată că dacă într-un sistem mecanic, care se poate roti liber în jurul unei axe, acţionează numai forţe de legătură sau forţe exterioare ce trec prin axă, momentul cinetic total în raport cu axa rămâne constant. Această lege a conservării momentului cinetic este foarte utilă în explicarea problemelor legate de rotirea corpurilor în jurul unei axe, cum ar fi acelea care privesc jocul de crichet, 'executarea giganticii de către gimnaşti.

Să analizăm mişcările pe gheaţă ale unui patinator. Câtă eleganţă, câtă graţie, dar şi câtă siguranţă în mişcările Iui. în schimb, celor mai mulţi dintre noi ne este teamă şi mergem cu extremă prudenţă pe trotuarul sau drumul acoperit de polei. Pentru o mai bună stabilitate, pentru a nu aluneca şi cădea atunci când mergem, instinctiv, facem cu mâinile o serie de mişcări (depărtându-le de corp), care ne măresc stabilitatea şi ne dau mai mare siguranţă în mers.

în comparaţie cu schiorul sau bobistul, care ating viteze de ordinul a 100 km/h, patinatorul are o viteză mică, cam 40 - 50% din aceasta. în cazul patinajului şi al hocheiului pe gheaţă, care se desfăşoară pe un teren plan, sportivul se străduieşte ca prin mişcări proprii, potrivite să obţină viteze cât mai mari. Deci patinatorul trebuie să realizeze singur lucrul mecanic necesar deplasării.

Efectuarea unor piruete ridică pentru patinatorul începător probleme fizice complicate şi necesită de aceea un lung antrenament. Să urmărim mişcările pe care le face un patinator pentru realizarea unor piruete, atunci când porneşte din repaus sau când trebuie să se oprească brusc dintr-o mişcare de rotaţie pe care

o execută cu mare viteză.

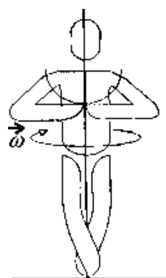


Fig. 7. La executarea piruetelor patinatorul are o mişcare de rotaţie în jurul axei sale longitudinale.

La pornirea din reapaus o primă figură pe care o face este îndoirea corpului, după care începe rotirea, sprijinit într-un singur picior în jurul unei axe verticale ce trece prin vârful piciorului. Datorită efortului depus de patinator, viteza cu care se roteşte în jurul acestei axe, numită viteză unghiulară, creşte mereu. La un moment dat descrie cercuri din ce în ce mai mici şi datorită acestui fapt viteza lui de rotaţie se va mări. Patinatorul izbuteşte ca prin mişcări potrivite ale picioarelor şi braţelor, precum şi ale întregului corp, să-şi modifice după voie poziţia corpului faţă de axa de rotaţie şi ca urmare şi viteza de rotaţie a corpului în jurul acestei axe.

în mişcarea de rotaţie, momentul de inerţie are un rol

analog cu rolul pe care-l are masa corpului într-o mişcare de translaţie. Cu cât momentul de inerţie este mai mic, adică cu cât masa este repartizată mai aproape de axa de rotaţie, cu atât rotirea în jurul acelei axe se face mai uşor şi viteza unghiulară este mai mare.

Apropiind mâinile de axa de rotaţie, se micşorează momentul de inerţie, iar viteza unghiulară de rotaţie sporeşte. Când patinatorul doreşte să se oprească din viteza mare de rotaţie pe care o are la un moment dat, el măreşte momentul de inerţie îndepărtând braţele de corp şi unul din picioare, rotirea făcând-o pe celălalt picior.

Legile mecanicii permit să stabilim şi alte consecinţe importante privitoare la mişcarea corpurilor. Se poate arăta că centrul de greutate al corpului

omenesc se mişcă la fel cu un singur punct material în care ar fi concentrată toată masa sistemului şi asupra căruia ar acţiona suma tuturor forţelor exterioare.

Să luăm cazul unui înotător care se aruncă în apă de pe trambulina de lansare (fig. 9).

Dacă neglijăm rezistenţa aerului, în timpul fazei de zbor nu acţionează ca forţă exterioară decât greutatea proprie, care nu mai poate fi deloc modificată. Ca urmare, oricât de complexe ar fi mişcările pe care le execută sportivul în aer, el nu va izbuti ca prin aceste mişcări să-şi modifice traiectoria pe care s-a înscris deja centrul său de greutate încă din momentul lansării.

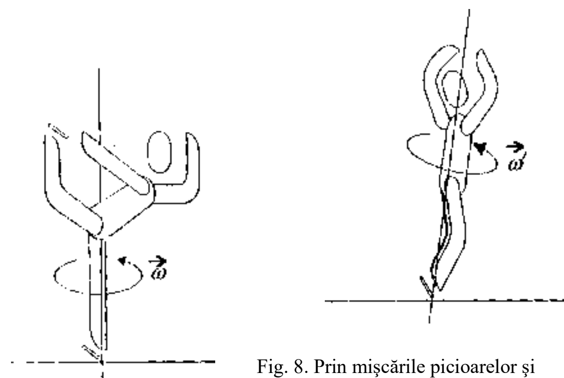


Fig. 8. Prin mişcările picioarelor şi braţelor patinatorul îşi modifică momentul de inerţie şi ca urmare izbuteşte să-şi modifice după voie viteza de rotaţie ca în alta w.

Prin cunoaşterea amănunţită a modului în care acţionează legile mecanicii şi a consecinţele multiple care apar, se pot obţine economii cât mai mari de energie în efectuarea mişcărilor sportive, cu o dozare şi o gradare ştiinţifică şi judicioasă a efortului. Se obţine astfel o eficacitate sporită a tuturor exerciţiilor şi mişcărilor atletice. Pe această cale se pot corecta unele defecte existente, se pot crea unele metodici noi de antrenament cât mai perfecţionate, se pot găsi mijloace noi de realizare a performanţelor care să inspire sportivilor un plus de încredere în forţele proprii, iar ei pot obţine recorduri din ce în ce mai valoroase.

Activităţile sportive necesită un consum energetic ce trebuie realizat de cele mai multe ori într- un timp extrem de scurt (uneori pot fi 120 -170-jouli în timp de 20 s).

în cursul oricărei mişcări energia consumată de om se transformă în lucru mecanic şi căldură. Astfel, pentru fiecare pas omul efectuează un lucru mecanic de aproximativ 90 de jouli în cazul mersului la pas, în timp ce în cazul unei alrgări rapide lucrul mecanic pentru fiecare pas este de trei ori mai mare.

în perioada antrenamentelor, care necesită eforturi fizice deosebite, cum sunt marşul pe schiuri sau înotul pe distanţe mari, energia cheltuită de sportivi atinge valori deosebit de ridicate care pot depăşi în 24 ore 25 000 jouli. Energia consumată este recuperată printr-o alimentaţie substanţială.

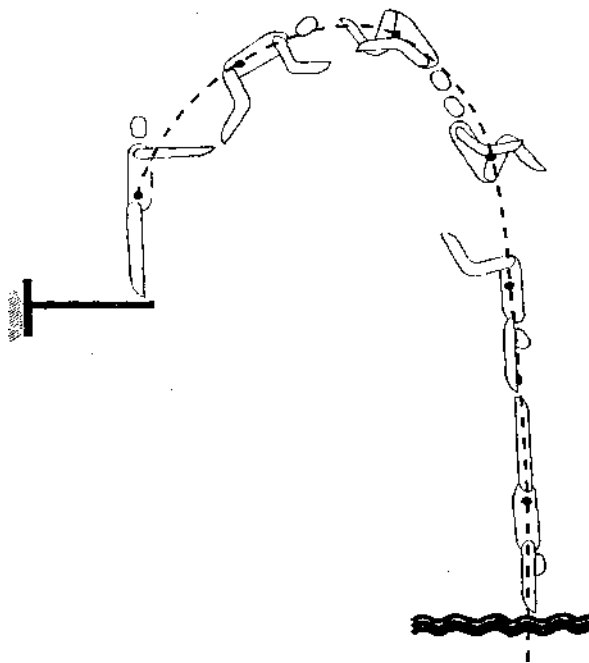


Fig. 9. Mişcările corpului în săritură se execută numai în raport cu centrul său de greutate. Un sportiv nu poate ca, prin mişcări proprii, datorită forţelor interne, să-şi modifice traiectoria sa. Exemplu: înotătonil care a sărit de pe trambulină.

în jocul de fotbal se întâmplă ca în urma unei lovituri de corner mingea să ajungă direct în plasă. Fotbalistul nu loveşte mingea într-o direcţie ce trece prin centrul ei, ci puţin excentric, în funcţie de direcţia în care trebuie să dirijeze mingea, ceea ce depinde de colţul din care se execută lovitura de corner. Mingea capătă o deplasare laterală, o deviere faţă de cazul în care ar fi fost lovită central.

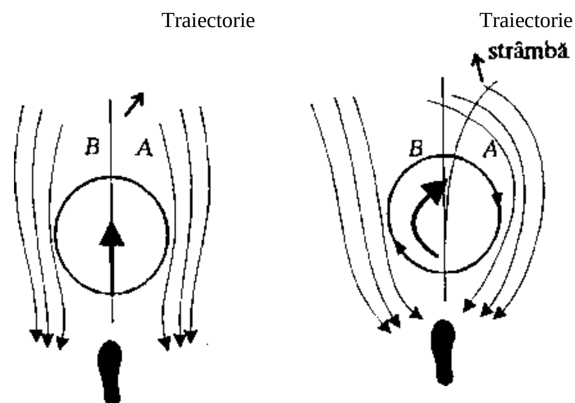


Fig. 10. Mingea lovită în centru nu se roteşte, iar traiectoria este plană. Lovită lateral mingea se roteşte, traiectoria devine „strâmbă”, şi mingea poate intra direct în poartă.

Din cauza rotirii mingii, aerul în contact cu ea este antrenat, de asemenea, într-o mişcare de rotaţie. In partea dreaptă a mingii sensurile mişcării celor două straturi de aer sunt aceleaşi, în timp ce în partea stângă, sensurile mişcării celor două straturi de aer sunt contrare. Dar, conform legii lui Bernoulli, în locurile în care viteza aerului este mai mare, presiunea statică este mai mică şi invers. Din cauza diferenţei de presiune care se formează între partea dreaptă şi cea stângă, mingea se deplasează lateral de la presiunea mai mare către cea mai mică. Această forţă este perpendiculară pe axa de rotaţie a mingii şi pe direcţia curentului de aer, ca şi cum mingea ar fi îndreptată lateral cu mâna. Se vede clar că nu se poate explica înscrierea unui gol direct din corner fără a cunoaşte câteva legi de mecanică.

Cercetările au urmărit măsurarea energiilor şi forţelor care se dezvoltă în tehnicile karate. într-o serie de experienţe s-a studiat cinematica acestor variate tehnici, de exemplu, ce viteză şi energie se dezvoltă la o lovitură de pumn şi unde se concentrează forţa loviturii, sau dinamica spargerii unor obiecte, respectiv de ce se sparg acestea, cum se poate rupe un butuc de lemn sau un bloc de beton cu fragila mână goală, începătorii în arta karate trebuie să se concentreze în trei direcţii: echilibrul, focalizarea loviturii şi respiraţia.

La lovitura de pumn frontală, spre înainte, individul îşi trage înapoi pumnul şi îl ridică lateral la

nivelul pieptului cu palma în sus. Când pumnul este aruncat înainte se roteşte palma cu faţa în jos până îşi atinge ţinta. Se poate observa viteza pumnului privind distanţele dintre marginile stroboscopice: cu cât aceste distanţe sunt mai mari, cu atât viteza este mai mare. Pumnul capătă la început o acceleraţie mare, îşi încetineşte puţin mişcarea în timpul rotaţiei mâinii şi atinge viteza maximă la o distanţă de 2 -5 cm de ţintă, înainte ca braţul să fie complet întins.

Caracteristica acestei lovituri este concentrarea energiei pe o suprafaţă redusă, provocând în acel loc maximum de distrugere (ruperi de oase, muşchi, ţesuturi). întregul corp participă pentru a concentra energia într-un punct. în timp ce pumnul înaintează, cealaltă mână se mişcă simultan înapoi, luptătorul contrabalansând lovitura.

Ţipătul emis când se atinge ţinta este de fapt o parte a tehnicii respiraţiei, după aceea producându-se relaxarea. S-a calculat viteza maximă a mâinii de 7 m/s (25,2 km/h). Energia loviturii fiind în funcţie de masa pumnului şi braţului, care s-a apreciat la 1 kg, ea se ridică la circa 50 de jouli. Impactul producându-se în câteva milisecunde, la lovitura de karate se dezvoltă o putere de mai mulţi kilowaţi, concentraţi într-un singur punct.

Au fost studiate loviturile de picior laterale; în acest caz sunt trei faze: îndoirea piciorului din genunchi până ce laba ajunge la nivelul acestuia, corpul pivotează pe celălalt picior, pentru a-l orienta în direcţia ţintei, aruncarea piciorului înainte cu rotirea lui astfel încât talpa paralelă cu pământul să se îndrepte cu partea laterală spre ţintă.

Experienţele spectaculoase în care un om cu mâna goală sparge un bloc de piatră sau o stivă de lemne n-au scăpat atenţiei cercetătorilor. S-au experimentat cu scânduri din lemn cu dimensiunile de 28x5x1,9 cm şi blocuri de beton de 40x19x4 cm. Lemnul fiind un material elastic, face o săgeată, înainte de rupere, de 1,5 cm şi necesită o forţă de rupere de 600 N. Betonul fiind rigid, face o săgeată de 1 mm şi se rupe la 2 500 -3 000 N. Undele sonice create în bloc prin lovitură contribuie şi ele la fracturarea şi ruperea acestuia.

Atunci când mâna intră în contact cu- blocul se decelerează, este comprimată şi deformată şi nu se comportă ca un corp solid. Energia loviturii se disipează în mână, protejând astfel ţesuturile de distrugere.

Pentru blocul de beton, energia iniţială necesară este de 37 jouli, iar pentru lemn de 12 jouli, vitezele la contact fiind de 10,6 m/s şi respectiv de aproximativ 5,1 m/s.

4. ÎN ÎMPĂRĂŢIA SUNETELOR

4.1. ZGOMOTUL ȘI VIAȚA COTIDIANĂ

Sunetele, sunt vibraţii ondulatorii, transmise printr-un mediu elastic (aer) până la ureche, care le captează, le recepţionează, le codifică în impuls nervos şi le conduce spre locul de formare al senzaţiilor auditive -cortexul auditiv.

Sunetele pot fi caracterizate prin trei calităţi principale: înălţime, intensitate şi timbru.

a. înălţimea sunetului este proprietatea sa de a fi mai profund (grav) sau mai acut (ascuţit). Astfel, urechea apreciază două sunete că au aceeaşi înălţime dacă au aceeaşi frecvenţă, iar în cazul în care au frecvenţe diferite, este mai înalt sunetul care are frecvenţa mai mare. Din această cauză, înălţimea sunetului se exprimă numeric prin frecvenţa undei sonore.

In natură se întâlnesc foarte rar sunete „curate", care să aibă o frecvenţă bine determinată, sunetele naturale fiind, de fapt, compuse din sunete de diferite frecvenţe.

b. Intensitatea sau tăria sunetului într-un anumit punct din spaţiu este determinată de cantitatea de energie pe care o transportă unda sonoră în unitatea de timp prin unitatea de suprafaţă aşezată în acel punct, perpendicular pe direcţia de propagare.

c. Timbrul. între sunetele de aceeaşi intensitate şi înălţime, emise de instrumente diferite, există o deosebire calitativă, pe care o numim timbrul sunetului. Această deosebire este legată de faptul că un corp material emite, în afara sunetului fundamental, şi o serie de sunete de frecvenţe superioare, însă de intensităţi mult mai mici decât a celui fundamental. Timbrul este determinat tocmai de aceste sunete superioare, care însoţesc sunetul fundamental. Experienţa arată că timbrul undei sonore depinde de numărul, înălţimea şi intensitatea

sunetelor superioare, dar nu depinde de diferenţa de fază dintre aceste vibraţii.

Pentru a putea fi percepute, excitaţiile sonore trebuie să aibă o frecvenţă între 16 şi 20 000 Hz şi o intensitate de 1 decibel. Aceste limite variază însă de la persoană la persoană şi, în general, cu vârsta.

Vibraţiile cu frecvenţa mai mică decât 16 Hz se numesc infrasunete, iar cele de frecvenţă mai mare decât 20 000 Hz se numesc ultrasunete.

De asemenea şi intensitatea sunetelor audibile este cuprinsă între anumite limite şi anume, aproximativ între 4 x 10^{-12} W/m^2 şi 2 x 10^2 W/m^2.

Intensitatea minimă care determină senzaţia auditivă se numeşte prag de audibilitate. Dacă

intensitatea sunetelor creşte foarte mult, în ureche apare o senzaţie de presiune şi apoi de durere. Intensitatea maximă peste care apare această senzaţie se numeşte prag tactil sau pragul senzaţiei de durere.

Limitele de intensitate depind de frecvenţa sunetelui. Astfel, se constată că pentru frecvenţe cuprinse între 1 000 Hz şi 3 000 Hz urechea este cea mai sensibilă, pragul de audibilitate este cel mai de jos, atingând valori de ordinul IO^{-12} W/m^2. Pentru frecvenţe mai joase sau.mai înalte urechea este mai puţin sensibilă, pragul de audibilitate fiind mai ridicat.

Din punctul de vedere al senzaţiei auditive pe care o produc, sunetele pot fi împărţite în trei clase: sunete muzicale (simple sau compuse), zgomote şi pocnete.

Se constată experimental că sunetele muzicale sunt produse de mişcări periodice, zgomotele - de mişcări neregulate, iar pocnetul este rezultatul lovirii urechii de o vibraţie bruscă şi scurtă a presiunii aerului.

Presiunea sonoră se exprimă din punct de vedere cantitativ în foni sau soni. Pentru o persoană cu auzul bun, pragul auditiv mediu se situează la 4 foni. Sunetele prea intense pot produce la nivelul analizorului auditiv leziuni serioase care duc la surzenie. Dacă locul de

muncă impune un mediu cu sunete prea intense se vor folosi antifoane, pentru a proteja urechea.

Excitarea sonoră îndelungată realizează modificări psihoafective, stare generală alterată,

modificări de excitabilitate a sistemului nervos vegetativ şi a celui neuro-muscular, reducerea acuităţii vizuale.

Principalii parametri fizici care permit ordonarea sunetelor sau a zgomotelor sunt: nivelul de presiune acustică, nivelul de intensitate acustică şi nivelul de putere acustică.

Zgomotul apare ca un subprodus al activităţii umane, deci poluarea sonoră devine o problemă de o deosebită actualitate.

Dacă nivelul de intensitate al zgomotului depăşeşte anumite limite şi durata de acţionare a acestuia este mai mare de câteva luni, pierderea sensibilităţii auditive poate deveni ireversibilă. Se produce o reacţie generală de apărare a organismului, manifestată prin oboseală şi epuizare. Survin modificări în relaţiile sociale, modificări de caracter şi irascibilitate.

Pentru reducerea nivelului de zgomot produs de vibraţiile mecanice se pot lua măsuri direct la sursă, la receptor sau pe calea de la sursă la receptor.

Poate fi înlocuit un proces tehnologic cu altul sau folosirea unor ecrane acustice, a unor carcase atenuatoare de zgomot, utilizarea materialelor antivibratile şi fonoabsorbante.

Vibraţiile de joasă frecvenţă sunt percepute de om sub formă de trepidaţii. Acestea se propagă sub formă de unde elastice şi pot intra în rezonanţă cu unele organe interne ale corpului omenesc, provocând dureri abdominale, dureri de cap, în piept şi o lipsă accentuată de confort.

Măsuri practice pentru izolarea şi amortizarea vibraţiilor:

-introducerea unor racorduri elastice şi straturi amortizoare de vibraţii, împiedicând transmiterea acestora de la maşină la fundaţie;

- interzicerea zborurilor supersonice pentru ţările cu o suprafaţă mică şi limitarea zborului pe anumite zone şi culuoare nepopulate sau mai puţin populate; culuoare special amenajate din punct de vedere acustic;

— folosirea aparaturii audio-vizuale la un nivel de intensitate acceptabil.

Acustica modernă a devenit o ştiinţă cu caracter interdisciplinar. Caracterul foarte general al acusticii modeme face ca aceasta să cuprindă în practică toate activităţile oamenilor.

Zgomotul, subprodus al activității omului, este un adevărat flagel al civilizației contemporane, împotriva căruia trebuie luate toate măsurile.

4. 2. ULTRASUNETELE ÎN TEHNICĂ ŞI MEDICINĂ

Ultrasunetele sunt vibraţii sonore cu o frecvenţă mai mare de 20 000 Hz. Ele pot fi emise şi propagate sub formă de fascicule, spre deosebire de sunetele obişnuite, care se împrăştie pretutindeni.

Se constată experimental că, dacă lungimea undei emise este mai mică decât dimensiunile liniare ale sursei, unda se va propaga în linie dreaptă, sub formă de fascicul.

Datorită lungimii de undă mici, fenomenul de difracţie nu apare decât pentru obstacole de dimensiuni foarte mici, în timp ce sunetele obişnuite ocolesc practic aproape orice obstacol întâlnit în cale. Ultrasunetele suferă reflexia şi refracţia la suprafaţa de separare a două medii diferite, la fel ca undele luminoase.

Folosind acest fenomen au fost construite oglinzi concave sau lentile speciale, care să concentreze într-un punct fascicule de ultrasunete.

Un fenomen interesant care apare la propagarea ultrasunetelor în lichide este fenomenul de cavitaţie, care constă în apariţia unor bule care se ridică la suprafaţă şi se sparg. Aceasta se explică prin faptul că dilatările şi comprimările rapide care se produc în lichid duc la apariţia unor mari tensiuni în anumite zone care fac să se rupă moleculele de lichid.

Bulele mici se contopesc cu cele mari, care încep să vibreze şi apoi se sparg, dând naştere unor presiuni locale mari, sub formă de şocuri hidraulice în volume foarte mici.

Deteriorarea paletelor turbinelor şi a elicelor vapoarelor se explică prin fenomenul de cavitaţie,
produs de ultrasunete generate de vibraţiile maşinilor.

Ultrasunetele pot fi produse prin procedee mecanice şi termice (vibraţia unui arc electric) dar nu au aplicaţii practice pentru că au

amplitudini mici.

Efectul piezoelectric se manifestă prin apariţia - pe feţele cristalelor supuse la deformări după anumite direcţii - unor sarcini electrice egale şi de semne contrare.

Sarcinile îşi schimbă semnul după cum înlocuim de exemplu tracţiunea cu comprimarea.

Există şi fenomenul piezoelectric invers sau electrotracţiunea, pe care se bazează producerea ultrasunetelor. El constă în apariţia dilatărilor şi comprimărilor succesive ale cristalului sub acţiunea unui câmp electric alternativ.

Partea esenţială a generatorului constă dintr-o lamă piezoelectrică (de cuarţ) pe feţele căreia sunt aplicate doi electrozi, sub forma unor straturi subţiri metalice, legaţi la o sursă de tensiune alternativă. Sub acţiunea câmpului electric alternativ, lama începe să vibreze cu o frecvenţă egală cu cea a tensiunii aplicate. Vibraţiile lamei sunt transmise în mediul înconjurător sub formă de ultrasunete (frecvenţa poate ajunge până la 150 kHz).

Datorită frecvenţei mari şi a energiei mari pe care o transportă, ultrasunetele produc o serie de efecte fizico-clinice dintre care menţionăm:

- distrugerea stărilor de echilibru labil;
- coagulări;

- formarea de sisteme disperse (suspensii şi emulsii);
- încălzirea mediului pe care-l străbat;
- influenţarea potenţialelor electrochimice cu consecinţe în anihilarea pasivităţii unor metale;
- creşterea vitezei unor reacţii chimice;
- explozia substanţelor puţin stabile (de exemplu, iodura de azot).

Această varietate de efecte permite utilizarea ultrasunetelor în foarte multe domenii:

- ultrasunetele produc încălzirea şi redistribuirea substanţei din celulele vii, fapt folosit în terapeutică pentru masaje adânci şi încălzirea ţesuturilor;
- conservarea alimentelor prin distrugerea microorganismelor;
- măsurarea adâncimii mărilor;
- spălarea, curăţarea, uscarea sau sudarea unor corpuri;
- prelucrarea unor piese pe baza fenomenului de cavitaţie;
- în defectoscopia ultrasonoră, care permite stabilirea existenţei unor defecte (fisuri, goluri) în interiorul unor piese metalice masive;
- prelucrarea mecanică, cu ajutorul ultrasunetelor, a materialelor dure şi fragile (oţeluri, ceramică, sticlă);
- lipirea şi cositorirea ultrasonoră (aluminiu), datorită fenomenului de cavitaţie;
- curăţarea ultrasonoră a pieselor metalice cu formă complicată;
- în studiul încercării materialelor la oboseală. Studiul ultrasunetelor (ultraacustica) a condus la numeroase aplicaţii tehnice în cele mai diverse domenii.

5. ENERGIA ŞI VIITORUL

Fără energie nu se pot concepe dezvoltarea omului, progresul economic şi social; fără energie este de neimaginat însăşi existenţa universului nostru. Fizica modernă arată că energia este omniprezentă de la microcosmos până la metagalaxie. Şi totuşi ne aflăm în criză de energie.

Manie „momente
fi rezumate astfel:

Timpul descoperirii	**Conţinutul**
- dintotdeauna	- forţa musculară;
- de circa 40 000 ani	- descoperirea focului;
- în urmă cu 5 000 ani	- utilizarea animalelor de povară;
- acum 2 100 ani	- roata hidraulică;
- secolul al XH-lea	- moara de vânt verticală;
- secolul al XVI-lea	- mineritul industrial şi metalurgia modernă;
- secolele al XVII-lea - al XVIII-lea	- maşina cu vapori;

energetice ale omenim pot

secolele al XVIII-lea al XlX-lea

1859

1876

1884

I HO 2 18%

1905

1942

secolul al XX-lea (deceniile 6 — 8) 1973

1975 — 1996 înţelegerea conceptului de energie şi lucru mecanic util, o dată cu formularea legilor termodinamicii; primele sonde de petrol (producţie industrială); primul motor cu ardere internă; turbina cu aburi (Parsons); motorul Diesel; prima hidrocentrală de curent alternativ; Einstein

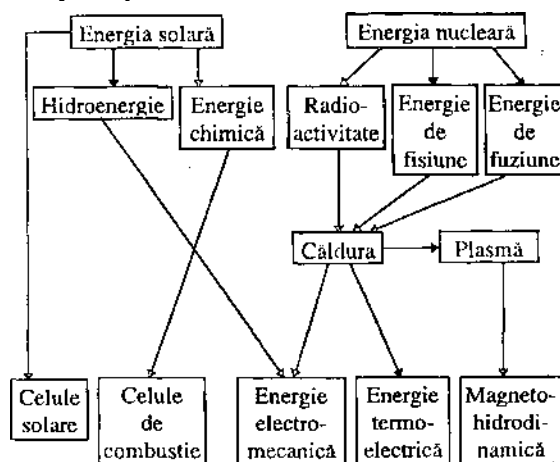
stabileşte relaţia dintre masă şi energie ($E = mc^2$); primul reactor nuclear (Fermi); industria nucleară;

începutul crizei petrolului; fuziunea termonucleară; energia eoliană; energia mareelor; energia solară.

Energia solară este utilizată de om de când există el.

Folosind energia (indiferent de modalitate), în fiecare an omenirea pierde mai multă energie decât utilizează din totalul ce-l scoate din măruntaiele pământului. Aceasta se datorează unor tehnologii neadecvate de conversie şi utilizare a diferitelor forme de energie.

Sursele noi de energie vor constitui la nivelul anului 2000 un procent foarte mic din totalul energiei primare, deoarece tehnologiile respective costă foarte mult.



Este cunoscut faptul că nu există spaţiu vid; vidul este de fapt „umplut” cu energia multor câmpuri fizice. Densitatea de energie a vidului este şi ea calculabilă şi se ridică la valori mari. Nu ar fi deloc lipsit de sens să înţelegem modul în care natura densifică energiile disperse, cum le strânge în „ghemuri” dense, utilizând numai atâta energie de cât este nevoie, dispărând noţiunea de randament şi risipă.

Ar fi calea prin care viitorul energetic s-ar puica soluţiona definitiv.

Deci, criza energiei este consecinţa firească a t i ix.t-i tehnologiilor folosite de om până acum.

Când omul va putea să folosească industrial tehnica sinergică - utilizată de natură în procesele pe care le generează - atunci vor fi învinse şi alte crize, precum cea a materiilor prime şi a mediului înconjurător.

5.1 GENERATOARE SOLARE

Interesul actual pentru exploatarea energiei solare îşi are originea în îngrijorarea omenirii, care a devenit conştientă atât de epuizare iminentă a rezervelor de combustibil fosil tradiţional (cărbune, petrol, gaze naturale), cât şi de distrugerea echilibrului ecologic din cauza poluării.

în ceea ce priveşte poluarea, un motiv de alarmă este nu numai binecunoscuta acţiune nocivă a produşilor chimici (de exemplu, oxidul de carbon) rezultaţi din arderea combustibilului, ci şi creşterea temperaturii mediului prin transformarea ireversibilă în căldură, conform principiului al doilea al termodinamicii, a tuturor formelor de energie folosite de om.

Ţinând seama de energia consumată pe cap de locuitor şi de creşterea populaţiei globului^ s-a stabilit prin calcul că până în anul

2020 temperatura globului terestru va creşte cu câteva grade. Această creştere mică a temperaturii terestre poate determina mari catastrofe, ca retragerea gheţurilor, creşterea nivelului oceanelor şi, ca o consecinţă, deplasări ale uscatului.

în faţa pericolelor amintite, energia solară apare ca singura soluţie de înlocuire a surselor de energie exploatate în prezent.

Argumentele care se pot aduce în sprijinul acestei aserţiuni sunt următoarele:

a) la scara timpului energia solară este inepuizabilă (după datele publicate până în prezent Soarele va mai exista câteva miliarde de ani);

b) cantitatea de energie primită de Pământ de la Soare în unitatea de timp reprezintă o putere de $18x10^4$ miliarde de kilowaţi sau o putere de 18 000 ori mai mare decât puterea totală instalată de om pe Pământ, sub toate formele;

c) energia solară este singura formă de energie nepoluantă, înţelegând prin aceasta nu numai faptul că nu dă naştere la subproduşi nocivi, aşa cum se întâmplă atât cu combustibilii tradiţionali cât şi cu cei nucleari, ci şi faptul că exploatarea energiei solare nu înseamnă eliberarea căldurii din alte forme de energie conţinute în interiorul Pământului, determinând creşterea temperaturii acestuia, ci cel mult un transport de căldură dintr-un .loc în altul, de la locul de captare la ccl de utilizare;

ii) energia solară incidenţă pe câţiva metri |i;itia|i este suficientă pentru acoperirea tuturor nevoilor energetice ale unui om şi, prin aceasta, este o energie la dimensiuni umane, permiţând o autonomie a exploatării (puterea maximă a radiaţiei solare la sol este de 1 kW/m^2).

De fapt energia solară a reprezentat dintotdeauna suportul existenţei omului pe Pământ, chiar dacă nu a fost folosită de om decât într-o mică măsură direct, ci prin intermediul unor forme derivate de energie: energia înmagazinată prin fotosinteză în plantele vii şi în combustibilii fosili, energia eoliană sau energia căderilor de apă.

Generarea pe scară largă a energiei electrice prin conversia energiei solare este încă amânată din cauza preţului foarte ridicat al sistemelor de conversie precum şi de dificultăţile de exploatare legate de intermitenţa radiaţiilor solare. Acestea impun necesitatea unor sisteme de stocare al energiei pe timpul nopţii, sau chiar pe perioade mai lungi în care cerul este acoperit. Există însă speranţe îndreptăţite de rezultatele deja obţinute ca, după anul 2000, energia electrică să poată fi obţinută prin conversia energiei solare, la preţuri competitive cu cele ale producţiei de energie electrică din combustibili fosili, astfel încât energia solară să ocupe un loc important în balanţa energetică, permiţând înlocuirea surselor de energie tradiţionale pe cale de epuizare.

Un generator electric solar conţine următoarele componente esenţiale:

1) sistemul de conversie a energiei solare în energie electrică;

2) sistemul de captare sau concentrare a radiaţiei;

3) sistemul de stocare a energiei în perioadele neînsorite.

Eforturile cercetărilor actuale sunt îndreptate spre creşterea randamentului de conversie a energiei şi ia celei de captare a radiaţiei solare, precum şi a capacităţii de stocare al energiei în sisteme de stocare de diferite tipuri, în paralel cu ieftinirea acestor instalaţii.

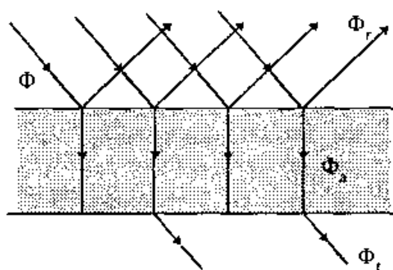
Caracteristicile radiaţiei solare. Soarele emite radiaţia luminoasă datorită temperaturii ridicate a suprafeţei sale. Această temperatură ridicată este întreţinută de reacţiile termonucleare de fuziune a hidrogenului (prin ciocnirea nucleelor de hidrogen, care au o viteză suficient de mare, se formează nucleul de heliu eliberându-se o mare cantitate de energie).

Temperatura Soarelui a fost evaluată prin compararea radiaţiei solare cu radiaţia unui corp absolut negru (care absoarbe în întregime toate radiaţiile), a cărei intensitate variază cu lungimea de undă şi cu temperatura.

S-a găsit că la suprafaţa Soarelui temperatura este de aproximativ 6 000 K. La nivelul solului distribuţia spectrală a radiaţiei solare este modificată în special în regiunea infraroşie a spectrului, datorită absorbţiei pe vaporii de apă din atmosferă.

Puterea maximă a radiaţiei solare se află la o lungime de undă situată în domeniul vizibil al spectrului şi anume ea corespunde unei radiaţii monocroinatice de culoare verde (A, = 4,8-10^5 cm).

Captarea radiaţiilor solare. Când pe suprafaţa unui toi p cade un flux de radiaţie, O, se întâmplă minatoarele fenomene:



Oglinzile concentratoare se realizează (lin aluminiu sau sticlă metalizată, montate într-un mecanism care să urmărească mişcarea aparentă a Soarelui în tot timpul zilei.

Pentru concentratoare mai mari s-a recurs la un heliostat: oglinda parabolică primeşte lumina reflectată de 63 oglinzi a 45 m^2 fiecare, care execută un asemenea gen de mişcare, încât indiferent de poziţia Soarelui ele trimit radiaţia reflectată pe aceeaşi direcţie.

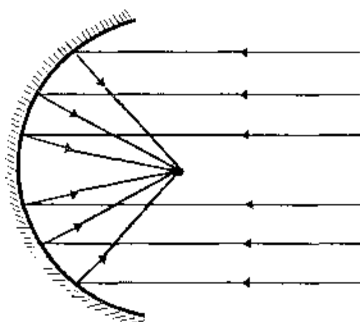


Fig. 11. Oglindă parabolică. 57

- parte din radiaţie este reflectată în mediul din care provine (<t>$_r$);

- o altă parte a radiaţiei este absorbită(<I>$_a$), energia transportată de această parte a radiaţiei fiind transformată, în volumul corpului, în alte forme de energie, dintre care căldura este bine cunoscută;

- restul radiaţiei este transmisă, adică traversează corpul^), astfel încât suma celor trei părţi este egală cu fluxul incident.

Pentru conversia energiei solare în energie electrică o primă etapă este „captarea” radiaţiei astfel încât să se asigure:

a) energia termică necesară conversiei, atunci când aceasta are loc în motoare termice, sau direct în materialul convertor, prin efecte termoelectrice;

b) energia luminoasă într-un domeniu spectral convenabil, atunci când conversia are loc în materialul convertor prin efecte fotoelectrice.

Concentraţia radiaţiei solare. Randamentul generatoarelor solare creşte cu atât mai mult cu cât puterea radiaţiei solare incidente este mai mare, ceea ce presupune concentrarea radiaţiei solare. Evident că aceasta presupune o instalaţie specială, care ridică costul generatorului, dar acesta este compensat de sporul de randament care se obţine.

Concentratoarele de radiaţie cele mai cunoscute sunt oglinzile concave (sferice sau parabolice) şi lentilele convergente.
(sau a ailor purtători de sarcină electrică) din material, astfel încât într-un circuit corespunzător aceştia să dea naştere unui curent electric.

Conversia directă a cunoscut o îmbunătăţire remarcabilă a performanţelor în ultimii 20 de ani, o dată cu perfecţionarea tehnicii semiconductorilor. Acest mod de conversie are avantajul de a permite construirea de generatoare compacte, de volum şi greutate mici, fără părţi mobile.

Energia electrică generată prin conversie directă este încă

mult mai costisitoare decât cea generată în mod indirect (în ciclul clasic).

Stocarea căldurii se poate realiza fie pe seama capacităţii calorice mari a unor materiale (apă, materiale refractare) care pot înmagazina căldură pe timp îndelungat fie pe seama înmagazinării de energie termică la trecerea unor substanţe din stare solidă în stare lichidă (topirea gheţii).

Se ştie că pentru a topi o bucată de gheaţă, acesteia trebuie să i se comunice o cantitate de căldură, înmagazinarea acestei călduri nu se manifestă prin creşterea temperaturii gheţii, aşa cum se întâmplă cu orice corp încălzit, ci prin topirea acesteia, temperatura amestecului gheaţă - apă rămânând constantă (0 °C) până la terminarea procesului de topire. Căldura latentă de topire este cedată din momentul întreruperii încălzirii.

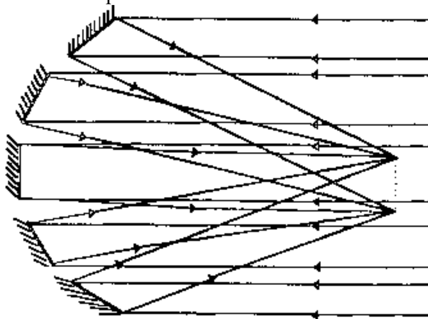


Fig. 12. Oglindă parabolică din segmente.

Conversia, energiei solare în energie electrică. Energia solară poate fi convertită în energie electrică pe două căi:

- prin conversie indirectă, atunci când radiaţia solară încălzeşte un fluid, lichid sau gaz, care prin încălzire se dilată,

punând în mişcare pistonul unui motor (sau paletele unei turbine); acesta, la rândul său, antrenează un generator electric în care mişcarea unui conductor într-un câmp magnetic determină apariţia unui curent electric.

- prin conversie directă, atunci când radiaţia solară incidenţă pe un anumit material determină, prin efecte foto sau termoelectrice, eliberarea electronilor

Dar, temperatura sursei calde trebuie să fie cât mai ridicată, deci se cunosc şi sunt în studiu săruri sau amestecuri de săruri, care se topesc la temperaturi ridicate, înmagazinând în acelaşi timp cantităţi mari de căldură.

Stocarea căldurii în săruri topite pare astăzi să fie soluţia cea mai bună pentru acumularea energiei termice în perioadele lipsite de Soare, pentru funcţionarea continuă a maşinilor termice în instalaţiile de conversie a energiei solare în energie electrică.

Fotosinteză. O metodă de exploatare pe scară largă a energiei solare este fenomenul natural al fotosinlezei, care este de fapt o variantă a fenomenelor fotoelectrochimice.

Este interesant de remarcat că 99,9 % din energia utilizată de om pe Pământ sub o formă sau alta (în afară de cea nucleară) provine din fotosinteză, care a avut loc fie în trecutul planetei (rezultând combustibili fosili, cărbune, petrol, gaze naturale), fie în prezent (lemn ars, proteine). Procesul de fotosinteză este complex şi insuficient cunoscut.

Se preconizează cultivarea de plante numai în scopuri energetice, ţinând cont de avantajele acestui mod de conversie:

- capacitate mare de stocare a energiei solare;
- reînoirea anuală a sursei;
- investiţii iniţiale scăzute şi uşor de amortizat;
- absenţa poluării (nu perturbă echilibrul ecologic).

Generatoarele solare au găsit o piaţă sigură pentru tehnica spaţială, dar aplicaţiile terestre ridică probleme de competitivitate cu sursele clasice de producere a energiei electrice, din punct de vedere al costului.

Se preconizează ca până în anul 2000 să fie folosite generatoare solare în următoarele domenii:

- centre de măsură şi control; sisteme de comunicaţii; sist.eme de semnalizare, având puteri de
0, 01 kW - 1 kW;

- grupuri electrogene izolate cu puteri cuprinse mire I kW

şi 10 kW;

- centrale cu alimentarea cu energie electrică a unor sate pentru puteri de 10 kW - 500 kW.

Aceste aplicaţii vor fi posibile atât în zonele cu un climat avantajos (Africa, sudul Asiei), cât şi în zonele cu climat temperat (Germania, Franţa).

Se impune găsirea unor sisteme de stocare la pret compatibil cu cel care va fi atins de generatoarele propriu-zise.

O perspectivă pentru stocare este utilizarea generatoarelor pentru producerea unor combustibili (hidrogen sau metanol), ceea ce ar rezolva atât problema stocării, cât şi al transportului energiei.

Din acest punct de vedere, conversia energiei solare prin fotoelectroliza apei poate constitui o soluţie a viitorului.

Alături de utilizarea energiei solare pentru încălzirea şi climatizarea locuinţelor sau pentru obţinerea de apă caldă în scopuri menajere şi industriale, producerea energiei electrice, pornind de la energia solară, trebuie şi poate deveni o alternativă a sistemelor convenţionale, ameninţate de dispariţia rezervelor de combustibil.

5.2. ENERGIA EOLIANĂ

Anul 1973 a dat semnalul căutării intense de noi surse energetice, care să permită reducerea consumului de petrol şi gaze naturale. îp acest context lumea redescoperă energia „cărbunelui albastru" şi o aduce în preocupările de actualitate.

în cadrul surselor de energie neconvenţionale, una dintre ele este energia vântului, denumită şi energia „cărbunelui albastru".

Vântul continuă să fie considerat drept sursă nouă de energie, deşi acesta a asigurat, începând cu trecutul foarte îndepărtat, o bună parte din energia necesară omenirii.

Cercetările istorice atestă faptul că energia vântului a fost exploatată din cele mai vechi timpuri. Se pare că primele utilizări au

fost legate de navigaţie. Se ştie că nava cu vele apare în inscripţiile cretane, feniciene şi egiptene, dar multă vreme velele au jucat numai rolul de auxiliar al vâslelor, vântul fiind folosit numai când bătea în direcţia de deplasare.

Mult mai târziu, navigatorii au învăţat tehnica de a deplasa corăbiile perpendicular pe direcţia vântului sau chiar în unghiuri destul de mici, împotriva vântului. Această descoperire a dus treptat la înlăturarea vâslelor, la mărirea tonajului, la extinderea traseelor corăbiilor şi implicit la descoperirile geografice.

Documente de acum 5 000 de ani dovedesc că vela a fost folosită în navigaţie pe Nil. Atât de important era vântul pentru societatea antică, încât milnloj'ia greacă i-a asociat un zeu, Aiolos (Eol, zeul vânturilor). De aici şi denumirea şi de energie eoliană.

Potrivit legendei, Eol ţinea vânturile ferecate irit i-o peşteră adâncă pe insulele Eoliene (astăzi Lipare) lângă Sicilia şi le putea dezlănţui după voie.

Se presupune că legenda zeului Eol a plecat de la un personaj real, Eol - prinţ al insulelor Lipare — care a avut înclinaţii pentru studiul astronomiei şi al fenomenelor meteorologice şi care ştiind să prevadă vremea, în special vânturile şi furtunile, dădea sfaturi folositoare navigatorilor.

Pentru timpurile respective, asemenea previziuni fiind considerate drept minuni, grecii i-au atribuit lui Eol puterea de a stăpâni vânturile şi de a le dezlănţui după voie.

Primele turbine de vânt erau cu ax vertical. Ele au fost folosite pentru prima dată în Persia (200 î. Ch.) la pomparea apei sau la măcinatul grâului.

Mai târziu au fost inventate mori de vânt cu ax orizontal, care aveau până la zece braţe de lemn, pe care erau fixate pânze ce-şi schimbau orientarea.

Asemenea mori mai există şi astăzi în funcţiune în zona mării Mediterane şi în special în insulele greceşti.

în Europa se semnalează utilizarea morilor de vânt prin secolele al Xl-lea - al XlII-lea şi se pare că au fost aduse pe două căi, respectiv de mauri în Spania şi de către cruciaţii întorşi din orient.

Perfecţionate continuu, morile cu patru pale, în cruce, construite în zonele de coastă din nordul Europei, creează imaginea familiară a „morilor olandeze”.

Pe teritoriul ţării noastre se pare că primele mori de vânt datează din secolul al XlII-lea. La sfârşitul secolului trecut, în Dobrogea şi Moldova funcţionau aproape 1 000 mori de vânt.

Deşi utilizarea energiei eoliene se diversifică prin crearea presei de ulei, fierăstraie ş. a. practic câteva secole nu se introduce nici o tehnologie care să revoluţioneze acest domeniu.

La mijlocul secolului trecut, în S. U. A. se produce o instalaţie eoliană pentru pompajul local al apei, devenită şi ea familiară, cuplată cu un generator pentru producerea de energie electrică, puterea nedepăşind 1 kW.

Dezvoltarea industrială, răspândirea motorului cu explozie şi electrificarea rurală au drept urmare slăbirea interesului pentru astfel de instalaţii.

Perioada anilor 1930 reprezintă apogeul acestor utilizări. Dar, unele dificultăţi tehnice combinate cu conjuctura economică au dus la abandonarea chiar şi al celor mai ambiţioase programe de valorificare a potenţialului energetic eolian.

O dată cu dezvoltarea reţelelor electrice de transport şi distribuţie, s-a renunţat treptat şi la cea mai mare parte dintre instalaţiile eoliene existente, ele fiind înlocuite prin acţionări cu motoare electrice.

Supremaţia combustibililor fosili superiori a avut drept urmare uitarea surselor energetice eoliene.

Datorită însă crizei energetice, după anul 1973 se lansează în multe ţări programe vizând realizarea unor aerogeneratoare de mare putere, competitive cu sursele clasice de energie.

Acţiunea de inventariere şi zonare a potenţialului energetic eolian se desfăşoară foarte alert.

Unul dintre aspectele controversate constă în faptul că gradul de utilizare al energiei vântului, la nivelul realizărilor actuale în domeniul turbinelor eoliene, este redus.

Se ştie că pentru o turbină cu ax orizontal, de tipul elice, puterea la axul acestuia este

$$P = \pm pSv'C_p \qquad (1)$$

în care *p* este densitatea aerului, *S* - suprafaţa baleiată de pale, v- viteza vântului iar *C* —

randamentul eolian, care reprezintă raportul dintre puterea mecanică culeasă de axul turbinei şi puterea vântului.

Valoarea maximă ideală a randamentului este C_{pmaK} = 0,593, iar în mod practic C_p = 0,2 - 0,4.

Luând în considerare că $S = n\frac{D^2}{4}$,în care

Deşte diametrul axei circulare, baleiate de palele turbinei, relaţia (1) capătă forma

$$P = \text{^-}pDWC_p. \qquad (2)$$

O

în sfârşit, dacă adoptăm/? =1,27 kg/m^3 (densitatea aerului la t = 15 °C şi p = 760 torri), relaţia (2) devine

$$P = 0{,}498\ C_p D^2 \text{-} v \backslash \qquad (3)$$

Din (3) rezultă că pentru a obţine puteri mari sunt necesare turbine cu diametrul mare al palelor şi că această putere variază cu cubul vitezei vântului.

Variaţia vitezei vântului în limite largi are drept urmare variaţia puterii, deci are destule dezavantaje.

Totuşi energia eoliană are marele avantaj că estepractic inepuizabilă, nepoluantă, gratuită şi disponibilă pretutindeni.

în legătură cu randamentul mic trebuie să subliniem că energia eoliană nefiind o energie primară in sensul strict al cuvântului (nu cere o extracţie primară), rezultă că nu randamentul eolian este determinat în legătură cu valorificarea potenţialului energetic eolian al unei anumite zone geografice, decisive rămânând a fi cheltuielile de investiţii ca şi cele de exploatare.

Energia eoliană constituie de fapt un „subprodus" al energiei termice date de către Soare şi, oarecum, al energiei gravitaţionale. De asemenea, ea este o energie „internaţională", dar , ca şi în cazul altor surse energetice, ea nu este uniform repartizată.

Este de. subliniat că deşi conversia energiei eoliene III energie mecanică sau electrică beneficiază de tehnologia cea mai naturală, bazată pe o îndelungată experienţă istorică, paradoxal, această conversie prezintă un permanent caracter de noutate.

Aceasta, deoarece pentru a fi competitivă se cer tehnologii de elită, accesibile numai cu un serios efort dc cercetare-dezvoltare.

Referindu-ne la ţara noastră, este de remarcat • că

teritoriul național fiind situat într-o zonă de interferență a maselor de aer cu contraste termo-barice mari, dispune în ansamblu de un potențial energetic bun.

Configurația reliefului, care compartimentează puternic teritoriul țării, imprimă modificări evidente în mărimea acestuia de la o regiune la alta, determinând o repartiție neuniformă a sa. Studiile elaborate conduc la concluzia că dintre sursele noi și regenerabile de
energie, vântul va putea avea o pondere importantă în producerea energiei electrice în țara noastră.

Pe baza estimărilor actuale, potențialul energetic, eolian, tehnic și economic minim — amenajabil al țării noastre, la nivelul tehnologiilor actuale, este de circa 15 -10^6 MW/an, ceea ce înseamnă o economisire a circa 5,5-10^6 tone combustibil convențional/an. Cu o anumită rezervă se poate aprecia că evaluarea potențialului energetic eolian de 2,5xlQ^6 tone combustibil convențional/an nu reprezintă un nivel prea hazardat. Toate acestea dovedesc că programul în curs de derulare, privind punerea în valoare a potențialului energetic eolian al țării poate și trebuie să aducă un aport considerabil în balanța energetică națională.

5.3. CONVERSIA ŞI RISIPIREA ENERGIEI ŞI A MATERIEI

Conform legii inerției, stabilită de Newton, orice masă lăsată pe seama ei continuă la infinit o stare de repaus sau de mișcare uniformă, liniară sau de rotație. Numai intervenția unei forțe exterioare îi poate modifica starea sau viteza.

Un automobil lansat cu o viteză de 100 km/h, pe un drum drept, după oprirea motorului, nu-și va continua oricât mișcarea, pentru că vor interveni alte loile pentru a frâna și a opri în cele din urmă mașina. Accstea sunt rezistența aerului și diverse frecări, mai

ales cele ale rulmenţilor din axuri. Astfel întreaga energie cinetică va fi în cele din urmă transformată în căldură. Căci acesta este sfârşitul fatal care pândeşte loale formele de energie: ele se degradează în căldură, cu desăvârşire irecuperabilă pentru o utilizare oarecare.

Dc altfel, la fiecare transformare a unei forme de energie în alic forme se pierde o fracţiune sub formă dc caldm a, întocmai ca alunei când schimbi moneda unei lan 111 moneda allcia: o parte se pierde plătind un (omiMoii pcnlm schimb.

Astlel, în becurile cu incandescenţă, care luminează, numai o mică fracţiune din energia electrică se transformă în lumină, restul se pierde în mod inutil ııı căldură.

Iar combustia benzinei care animă motorul automobilului este însoţită de o pierdere de energie sub formă de căldură, pe care radiatorul trebuie să o disperseze în atmosferă. Cu alte cuvinte, randamentul unei maşini nu va atinge niciodată 100%, deoarece întotdeauna există pierderi de energie.

Dacă ţinem seama de legea conservării energiei şi a materiei, cantitatea de energie disponibilă pe Pământ se menţine constantă, dar o parte din această energie se degradează în căldură inutilizabilă.

Dar ceea ce rămâne constant este cantitatea globală de energie din univers. In ceea ce priveşte

Pământul, el pierde o anumită cantitate pe care o radiază în spaţiu. în schimb însă, el primeşte de la Soare aproape 300 de miliarde de kilowaţi în fiecare zi, în timp ce consumul total de energie este de ordinul a 3 miliarde de kilowaţi/zi.

O parte din această mare cantitate de energie ce ne parvine de la Soare este conservată de plantele pe care le folosim drept combustibil sub formă de lemn, de cărbune sau petrol şi derivatele sale, ca de pildă benzina.

Energia solară este stocată în generatoarele
solare.

Trecând dincolo de atmosfera terestră, se pot alimenta cu energie solară sateliţii artificiali, în special cei folosiţi ca releuri de telecomunicaţii; aceştia sunt prevăzuţi cu elemente fotoelectrice care transformă energia luminoasă în curent electric.

Vorbind despre legile conservării energiei şi a materiei, am constatat că energia se degradează în cele din urmă în căldură. Dar şi materia are aceeaşi soartă. Cantitatea totală de metale de care dispunem pe Pământ rămâne constantă. Dar în Pământ elementele sunt bine rânduite în zăcăminte. După extracţia acestor substanţe noi le amestecăm, le dispersăm şi totul sfârşeşte prin a deveni irecuperabil. De exemplu, cărbunele arde, iar dioxidul de carbon şi oxidul de carbon se pierd în atmosferă.

Va veni o zi în care urmaşii noştri îndepărtaţi ne vor blestema, căci având la dispoziţie aceeaşi cantitate de materie ca şi noi, ei nu vor avea nimic, întrucât totul va fi atât de dispersat şi alterat încât nu va mai fi utilizabil.

Salvarea viitorului va fi numai dacă se va folosi rcacţia termonucleară pentru obţinerea unor uriaşe cantităţi de energie. Rezervele de combustibil clasice (cărbunii, petrolul, gaze naturale) se vor epuiza şi doar centralele nucleare, solare, eoliene vor salva omenirea.

6. LEVITAŢIA MAGNETICĂ DECLARĂ RĂZBOI FORŢEI DE FRECARE

Suntem în secolul vitezei şi trebuie să ne supunem lui. Chiar dacă astăzi avem acces la viteze pe care acum câteva decenii nici nu le visam, se pare că ele au devenit insuficiente, o dată cu creşterea populaţiei şi a interconexiunilor. în timp ce unii călătoresc în avioane supersonice - cu riscurile de rigoare, ca furtuni, deturnări, întârzieri la decolare- aterizare - alţii se gândesc deja să se întoarcă mai aproape de pământ. Astfel, a apărut ideea trenurilor de mare viteză cu levitaţie magnetică.

Se ştie că pentru a deplasa pe pământ o masă oarecare, forţa necesară deplasării lui este direct proporţională cu acceleraţia şi masa.

în plus, trebuie să ţinem cont de forţa de frecare. Dacă în mod normal frecarea este utilă (ea împiedică, de pildă deşurubarea piuliţelor), în cazul deplasării unui obiect oricât de mic, această calitate se transformă în dezavantaj. Energia dezvoltată de motoare se poate pierde în mare parte pentru a o învinge. Frecarea este un fenomen extrem de des întâlnit. Există şi o rezistentă aerodinamică, ce apare la deplasarea vehiculelor în atmosfera terestră, dar la viteze mai mici de 400 km/h ea poate fi neglijată. Aşadar, putem spune că principalul obstacol în crcştcrea vitezei vehiculelor terestre îl constituie forţa de frecare care apare între roţi şi suprafaţa de deplasare (în cazul nostru - şine de cale ferată). Pentru a o învinge şi deci pentru a mări viteza avem la dispoziţie două căi. Cea mai puţin elegantă constă în creşterea puterii motoarelor folosite. Dar, chiar

dacă facem abstracţie de crcştcrea semnificativă a consumului de
i ombuMibil, mi putem neglija un fenomen deosebit de ncplai ut caic apare la viteze mari: vibraţiile.

Acestea sunt cauzate de imperfecţiunile mcicnle ale suprafeţei de rulare şi în unele cazuri chiar de. nedorita forţă de fiecare. Această problemă poate fi îc/.olvală cel pu(in parţial, prin utilizarea unui sistem de suspensie comandat electronic. Totuşi, în cazul trenurilor de mare viteză, trebuie căutate alte căi de rezolvare. Cea mai radicală dintre toate o constituie micşorarea la maximum a acestei forţe nedorite.

Soluţia este levitaţia magnetică. Doi magneţi supraconductori, suficient de puternici pentru a crea o foită de suspensie mai mare decât greutatea trenului, pot asigura o distanţă de câţiva mm până la câţiva cm, între şasiu şi ghidaj (în acest caz roţile sunt inutile), întrerupându-se în felul acesta contactul mecanic şi eliminându-se frecarea metal - metal.

Propulsia este realizată de câmpuri magnetice cu orientare variabilă. Totul este controlat de un calculator specializat, singurul în stare să coordoneze o instalaţie atât de complicată. Toate acestea nu i-au speriat pe specialişti, hotărâţi să înlocuiască o mare parte a transportului -în special de persoane -pe calea ferată, în zonele intens populate. Deja „cale ferată” tinde să devină o denumire improprie, deoarece, practic, trenul cu levitaţie magnetică este constituit dintr-un magnet uriaş, ridicat pe suporturi de oţel mult deasupra solului, care va fi străbătut cu peste 300 mile pe oră de un vehicul superaerodinamic ce aduce cu o navă cosmică din filmele SF.

Rolul omului în acest tren ar putea deveni nesemnificativ. Dacă au fost eliminate zgomotul, vibraţiile mecanice, riscul accidentelor, probabil că în viitor opririle şi pornirile se vor face automat, nemaifiind necesar un om care să fie în permanenţă la comandă. Iar dacă nu peste mult timp se va dovedi şi avantajul programării şi comenzilor automate a întregului sistem feroviar - bineînţeles, după instalarea într-o întreagă zonă - ne îndreptăm spre automatizarea totală a serviciilor de transport în comun.

7. FIZICA ŞI LUMEA TĂCERII

în ultimii ani, sub presiunea nevoilor ştiinţifice, industriale şi militare, penetrarea şi stăpânirea de om a domeniului submarin a dobândit un interes deosebit.

S a emis ipoteza că în viitor omul își va extinde mediul de viaţă şi sub apă, dar înainte de toate în prezent este de mare interes explorarea imenselor resurse ale mărilor şi oceanelor.

Cucerirea acestui domeniu este dificilă, datorită mediului deosebit de ostil, rece, obscur, coroziv şi impermeabil pentru undele radio-electrice. în mediul submarin legile presiunii domină, iar prevenirea efectelor acestora asupra organismului constituie preocuparea fiziologilor şi a fizicienilor. Posibilităţile de pătrundere a omului în hidrospaţiu se exprimă în prezent prin două alternative:

a) submersia în incinte rigide;

b) scufundarea directă, de regulă cu echipamente speciale.

Submersia în incinte rigide este foarte avantajoasă, deoarece organismul uman nu este supus presiunii apei, corespunzătoare adâncimii de

scufundare. în interiorul incintei echipajul se află sub presiune atmosferică normală.

Tipurile de submersibile sunt diverse: submarinul, batiscaful, batisfera, turela, farfuria scufundătoare. în afara utilizărilor militare, acestea permit observaţii ştiinţifice, utile în mod direct, dar autonomia lor este redusă.

Singurele limite în imersiile prelungite ţin de o serie de aptitudini umane: facilitatea de adaptare la sarcini foarte diferite, conştiinciozitatea profesională şi sociabilitatea, calităţi indispensabile pentru viaţa în comun a unui echipaj într-un spaţiu redus.

Atmosfera incintei este controlată în permanenţă şi regenerată. Valoarea minimă pentru oxigen este de 17%, iar valoarea maximă pentru dioxid de carbon şi oxid de carbon este de 1%.

La bordul submarinelor nucleare regenerarea ĭtmo sferei este mai elaborată, oxigenul obţinându-se ;>rin electroliză, iar două coloane de pământuri rare ibsorb gazul carbonic. Aerosolii sunt distruşi prin jrecipitare electrostatică. Dezechilibrul temporal, generat prin dispariţia noţiunii de zi-noapte este iiminuată printr-o variaţie de iluminare şi ambianţă.

Temperatura incintelor submarinelor este de)ână la 55 °C la compartimentul de propulsie şi de 30 oână la 35 °C în celelalte zone.

Se mai adaugă zgomotul şi vibraţiile notoarelor, iar condiţionarea convenabilă a aerului, din cauza consumului de energie, este imposibil de realizat, încercându-se doar ameliorări.

Viaţa într-o incintă rigidă, acest mic univers total izolat de exterior, devine suportabilă, prin caracterele individuale ale componenţilor echipajului.

Scufundarea directă în mediul acvatic poale fi:

a) scufundarea liberă, în apnee;
b) scufundarea cu echipamente speciale.

Scufundarea liberă este clasică în cazul pescuitorilor de perle şi limitată la câteva minute, dcoarecc rezerva de oxigen din organism este redusă, iar acumularea de $C0_2$ în organism (în sânge) produce stimularea directă a centrilor respiratorii exprimată prin ncccsilalea de respiraţie şi revenirea la suprafaţă.

Scufundarea cu echipamente speciale are două allciualivc: scafandrul greu şi scafandrul uşor.

Scafandrul greu csle alimentat cu aer de la '.u|iialaia |iimli un lub dc legătură între pompa ce icali/.ca/.a alimentarea şi costumul scafandrului, la nivelul căștii rigide. Autonomia rămâne utilă şi limitată pentru lucrul la adâncimi reduse, în preajma coastelor maritime.

Scafandrul uşor este autonom, se poate deplasa la adâncimi mari. Echipajul rămâne timp îndelungat la adâncime sub presiune, într-o casă-laborator submarină, incintă din care cercetătorul iese periodic pentru explorarea şi lucrul în mediu subacvatic.

Echipamentul scafandrului autonom constă din costum special, aparatul de respirat (butelie cu aer sub presiune, reductor de presiune, tuburi de legătură prin piesa bucală), vizor, tub respirator de suprafaţă, labe de înnot, centură de lest, vestă de salvare, ceas subacvatic, busolă, profondimetru, precum şi o serie de accesorii necesare explorării subacvatice sau lucrului la adâncime.

în timpul lucrului la adâncime, omul este obligat să trăiască la o presiune ambiantă superioară celei normale şi apoi el trebuie să revină la suprafaţă. Deși viaţa, în primele ei forme, a apărut în apele mărilor şi oceanelor, iar animalele, inclusiv mamiferele şi omul, păstrează încă o „amintire” a acestei origini în compoziția mediului intern, mediul subacvatic este ostil omului.

Apa este de 800 de ori mai densă ca aerul,^ iar dacă la nivelul mării, la suprafaţă, organismul este supus doar presiunii atmosferice (1 atm = 760 torri) în scufundare se adaugă presiunea hidrostatică, datorată greutăţii coloanei de apă, aflată deasupra.

Presiunea apei crește cu 1 atm la fiecare 10 m adâncime. Efectele presiunii asupra organismului pot fi mecanice, biofizice şi biochimice.

Efectele mecanice se descriu considerând organismul ca fiind alcătuit din gaze (cavități cu conținut gazos), lichide (umorile şi țesuturile moi) și solide (țesuturile osoase). Lichidele şi solidele sunt incompresibile, modificările nu apar decât la sute de atmosfere, şi deci disbarismul subacvatic nu va acționa în acest caz.

Dimpotrivă, în cavitățile cu conținut gazos, efectele presiunii sunt resimțite conform legii Boyle- Mariotte, după care o dată cu creșterea presiunii, volumul gazului scade. Un volum de aer de 100 cm^3 la presiune atmosferică (1 atm) se va reduce la 30 m adâncime (4 atm) la 250 cm^3. Normal în căile respiratorii există o presiune $p,$ egală cu cea atmosferică. Prin scufundare, asupra toracelui va acționa o presiune mai mare p_2, rezultată din presiunea atmosferică plus presiunea hidrostatică la adâncimea dala Presiunea din exterior devine mai mare decât cea dm inia ionii toracelui, această diferență exprimându- sc sub l'orma unui gradient de presiune.

în accstc condiții expirul va fi favorizat, prin presiunea crescută extratoracică, iar inspirul este obMnictioiial, ccea ce duce la creșterea lucrului mei .îmi' vmlilalm

l. '.lc sulii ionta o valoare a gradientului de piesiune de 0,2 alm, pentru ca inspirul să devină imposibil, ceea ce înseamnă că un om fără echipament adecvat, aflat la 2 m adâncime, nu mai poate respira. Toracele este blocat în poziție expiratorie. Creșterea adâncimii şi deci a presiunii accentuează diminuarea volumului toracic până la poziția de expir maxim, forțat și orice creștere suplimentară a presiunii va produce leziuni toraco-pulmonare.

Presiunea exercită efecte mecanice asupra urechilor și sinusurilor. Echilibrul baric din urechea

medie şi sinusuri se obţine prin expiruri forţate cu gura închisă şi comprimarea laterală a narinelor, care favorizează trecerea aerului din căile respiratorii în urechea medie şi sinusuri.

în mediul subacvatic căile de comunicare cu exteriorul sunt blocate, echilibrarea presiunilor devenind imposibilă, ceea ce conduce la apariţia barotraumei.

Presiunea hidrostatică va acţiona asupra feţei externe a timpanului şi ea nu va putea fi echilibrată printr-o contrapresiune internă, datorită blocării trompei lui Eustachi. Dacă presiunea creşte, timpanul se rupe, se produc hemoragii în urechea medie, iar aceasta duce la surzenie (este cazul pescuitorilor de perle).

Efectele biofizice ale presiunii constau în faptul că o dată cu plonjarea subacvatică, heliul, azotul şi hidrogenul din aer se dizolvă în sânge, în alte lichide din organism şi în ţesururi în funcţie de presiunea lor parţială. Presiunea gazelor dizolvate tinde spre saturaţie, fiecare gaz având o acţiune toxică asupra organismului.

Efectele biochimice, toxice ale presiunii apar la adâncimea de 7 m. Narcoza cu gaze inerte se constată la imersiile cu gaz comprimat, fiind denumită „beţia adâncurilor” , prin analogie cu intoxicaţia alcoolică acută.

Simptomele sunt analoge cu cele din primele stadii ale anesteziei generale, iar dacă presiunea creşte în continuare ele evoluează către pierderea cunoştinţei.

în aer, un om dezbrăcat este în neutralitate termică la 25 °C, în apa fără curenţi este necesară o temperatură de 33 °C, datorită căldurii specifice şi a conductibilităţii termice mai mari ale apei. Pierderea calorică depinde de temperatura apei şi de curenţi, iar la adâncimi mari temperatura apei este scăzută, indiferent de latitudine. Organismul posedă o serie de mecanisme ce se opun deperdiţiei calorice. Limitele ie/istcii|ei omului în apă rece sunt restrânse: un mni.it.ilor suportă o temperatură a apei de -5 °C, iar lieiilm omul îmbrăcat timpul de supravieţuire este de 10 minute în apă la -3 °C; 30 minute până la o oră în apa la 0 "C şi 30 min — 3

ore în apă la 5 °C.

Iii aceste condiţii, consecutiv suprasolicitării mei .mi.',meloi leimureglării, apare starea de şoc, ui mal.i de pierderea cunoştinţei, hipotermie, congelare şi moarlc.

Prevenirea accidentelor se impune prin folosirea unor dispozitive spcciale. Realizarea respiraţiei subacvaticc s-a rezolvat în funcţie de tipul scafandrului.

Pentru scafandrul greu instalaţia de presurizare a aerului se află în ambarcaţiunea de la suprafaţă, iar aerul este trimis printr-un lub în casca scafandrului. Aerul expirat se elimină la suprafaţă printr-o supapă unidirecţională, cu care este prevăzută casca. Prin acest

sistem scafandrul conservă gura, nasul şi ochii liberi în interiorul căştii rigide; el vorbeşte şi respiră normal.

Scafandrii uşori, autonomi, sunt înzestraţi cu aparate pentru respiraţia subacvatică. Un sistem celebru, cu circuit deschis, este cel imaginat de Cousteau şi Gagnon, prin care se debitează aer numai în inspir şi prezintă avantajul menţinerii în permanentă a căilor respiratorii în echilibru cu mediul înconjurător. In aparatele cu circuit închis gazele expirate sunt reciclate şi debarasate de $C0_2$ printr-un cartuş depurativ; aceste aparate sunt performante, asigurând un maximum de autonomie până la 500 - 600 m adâncime.

Frigul constituie un handicap sever pentru scafandru, îndeosebi când efectuează un efort de durată.

Pentru protecţia termică se utilizează două soluţii:

-costum din lână, izolat de apă printr-un alt costum etanş, aerul din incintă contribuind la menţinerea temperaturii;

-ajustarea pe corpul scafandrului a unui costum suplu de neopren, de 4 - 6 mm grosime; acest costum nu este etanş, dar pelicula de apă filtrată ajunge rapid la temperatura corpului, iar grosimea neoprenului asigură izolarea termică.

în plonjarea profundă cele două soluţii nu mai sunt operante, deoarece heliul, gaz conductor, nu are puterea izolantă a aerului, în cazul primului tip de costum, iar neoprenul este comprimat sub influenţa presiunii, protecţia sa termică devenind nulă.

Această problemă este rezolvată în două maniere:

a) utilizarea unui prim strat de îmbrăcăminte încălzită cu o reţea de rezistenţe electrice;

b) izolarea scafandrului într-o „pungă” cu apă caldă, cu un înveliş extern rezistent şi un înveliş intern dc cauciuc, care se mulează pe corp; apa caldă este introdusa înlre cele două învelişuri.

I)acă vocea umană în aer comprimat se moihlic.i puţin, ea se deformează în cazul vorbirii în .micslecul ga/.os 0_2 -He. Fenomenul se explică prin decalarea în acrul artificial a frecvenţelor şi amplitudinilor relative ale vocii umane, determinată de creşterea densităţii mediului aeric şi de viteza sunetului în heliu. Or,

incapacitatea de comunicare a scafandrului reprezintă un handicap serios, atât în randamentul de lucru cât şi în securitatea sa. De aceea se folosesc dispozitive de corectare a vocii.

Când plonjorul urcă spre suprafaţă, presiunea hidrostatică care se exercită asupra organismului scade şi se reduc presiunea gazului respirat şi tensiunea gazelor dizolvate în sânge. Dacă urcarea spre suprafaţă este prea rapidă, echilibrul instabil al gazelor este rupt şi apar bule de gaz, care produc tulburări deosebit de periculoase, evoluând către paralizii, artrite sau deces.

Singurul tratament este introducerea accidentalului în barocatneră, recompresia sa pentru predizolvarea bulelor de gaz şi apoi decompresia lentă. Au fost calculate tabele de decompresie pentru aer şi amestecurile respiratorii în care sunt înscrişi timpii şi adâncimile palierelor de decompresie, în funcţie de adâncimea şi timpul de lucru, urmând ca la revenirea spre suprafaţă să respecte cu rigoare toţi timpii de decompresie.

în esenţă se practică trei forme de intervenţie submarină:

-plonjarea uşoară, adică coborârea scafandrului cu propriile sale mijloace; metoda este rapidă, limitele de scufundare permise se situează aproximativ până la 70 m, când se utilizează aer, şi la 100 m, în cazul amestecului 0_2 - He;

-plonjarea cu turelă (se utilizează o turelă ca ascensor). Pătrunderea în turelă se face la presiune atmosferică, iar când imersia s-a terminat, scafandrii presurizează interiorul turelei până la echilibrul hidrostatic cu exteriorul. Prin deschiderea unui panou, ei ies din incintă şi revin după terminarea lucrului. Această metodă este folosită la adâncimi de 150 m până la 180 m;

- plonjarea de saturaţie (la adâncimi foarte mari). Cel mai frecvent se coboară într-un cheson de suprafaţă, presurizat la presiunea adâncimii atinse, în cheson existând condiţii de relativ confort (dormit, hrană, lectură, muzică, televiziune). Pentru comunicare cu suprafaţa se utilizează turela. O extindere a acestui Mslem este locuinţa imersată sau „casa sub mare”, care icprczintă o autentică locuinţă submarină.

Rămân de cercetat modificările la nivel celular, produse de presiunile mari, datele obţinute astfel vor oferi noi deschideri în cucerirea hidrospaţiului, comparată ca anvergură şi importanţă cu cea a cosmosului.

8. OMUL ÎN SPAŢIUL COSMIC

8. 1. DINAMICA ZBORULUI SPAŢIAL

Părăsind atmosfera terestră, omul nu abandonează numai sursa sa naturală de oxigen, ci şi un veritabil scut protector, exercitat de acesta. Se ştie că In vidul cosmic gazele dizolvate în lichidele şi ţesuturile organismului se degajă, iar apa se vaporizează.

Centura terestră de ozon, autentică membrană a Pământului, opreşte o fracţiune importantă din radiaţiile extraterestre de origine galactică sau solară. De asemenea, în atmosferă sunt volatilizaţi, arşi sau neutralizaţi din punct de vedere al energiei cinetice, prin frecare, meteoriţii care în spaţiul cosmic circulă liber, constituind o ameninţare pentru viaţa cosmonauţilor. Ca urmare, natura mediului extraterestru impune izolarea omului într-o cabină sau un costum de scafandru etanşeizate ermetic şi conţinând o atmosferă artificială. Zborul spaţial comportă trei faze:

a) în faza iniţială viteza vehiculului creşte progresiv, organismele cosmonauţilor fiind supuse la acceleraţii mari şi vibraţii intense;

b) odată atinsă viteza necesară desprinderii de forţa de atracţie terestră, motoarele sunt oprite şi se produce starea de imponderabilitate;

c) în faza terminală a zborului, în timpul revenirii în atmosfera terestră, organismul este supus la o deceleraţie accentuată şi la o creştere a temperaturii ambiante.

Efectele primei faze şi celei de-a treia depind dccisiv de tehnicile de lansare şi revenire în atmosferă, în aceste perioade producându-se uneori incidente şi accidente. Progresele tehnice realizate au atenuat în mare măsură efectele asupra cosmonauţilor, dar mai rămân încă unele probleme de rezolvat. In ceea ce priveşte starea de imponderabilitate, s-a încercat almtiaica sau chiar suprimarea sa prin crearea unei ptcMiim artil'iciale, echivalente atmosferei terestre.

8.2. ATMOSFERA ARTIFICIALĂ ÎN CABINA SPAŢIALĂ

Compoziţia şi presiunea atmosferei artificiale din cabina spaţială, etanşă trebuie să fie comparabile cu condiţiile la nivelul mării, pentru ca randamentul fizic şi psihic al cosmonauţilor să se desfăşoare în condiţii optime.

In unele tipuri de cabine spaţiale s-a conservat presiunea de 760 torri, dar imperative de ordin tehnic, în mod deosebit probabilitatea de ruptură a peretelui cabinei, incită tot mai mult o îndepărtare de la aceste condiţii ideale pentru adoptarea unor soluţii care să atenueze acest risc.

Un accident mecanic, perforarea cabinei de către un meteorit pot provoca, în câteva milisecunde, scăderea la zero a

presiunii din cabină, ca rezultat al decompresiunii rapide sau explozive.

Fenomenele provocate de scăderea bruscă a presiunii barometrice sunt imediate în momentul decompresiunii, detenta gazelor conținute în organele cavitare, închise sau semiînchise (stomac, intestine, sinusuri faciale, urechea medie, plămâni) provoacă barotraume.

Dacă ieşirea gazelor se realizează prin orificiile naturale tot atât de rapid ca prin orificiul rezultat prin perforarea cabinei, este posibil să nu rezulte nici o rupere tisulară. Presiunea de 300 torri, adoptată la majoritatea cabinelor navelor cosmice protejează cosmonauţii de ruperea organelor interne în caz de accident. Vidul cosmic, însoţit de temperaturi foarte scăzute, are următoarele efecte: vaporizarea apei, disbarismul şi răcirea organismului.

In vidul spaţial apa organismului trece în vapori, fenomen deosebit de fierberea produsă prin

aport caloric, exterior sistemului. Căldura necesară vaporizării este captată din organism, vaporizarea oprindu-se când totalitatea lichidelor organismului au Irecut, prin congelare, în stare solidă. La 6 secunde de la decompresiune debutează şi la nivelul pleurei, unde antrenează un colaps pulmonar parţial. După 8 secunde se produce o mărire de volum a organismului, limitată de rezistenţa tegumentelor, iar stopul cardiac apare în două minute.

Dacă subiectul este recomprimat în primele 80 de secunde de la accident, vaporii trec instantaneu în stare lichidă, contracţiile cardiace redevin eficiente şi în general, nu se observă sechele.

Lipsa bruscă a oxigenului, determinată de vidul spaţial, nu poate fi observată decât dacă în momentul perforării cabinei cosmonautul poartă un „costum de altitudine" , ce împiedică vaporizarea. Ca urmare a privării de oxigen, în 13 - 15 secunde apar dezorientarea, confuzia, incapacitatea formulării unui raţionament corect, şi în 17 - 19 secunde pierderea cunoştinţei.

Dacă reoxigenarea este efectuată în acest interval, se obţine o recuperare funcţională, iar subiectul nu conservă nici o amintire despre accident.

Disbarismul, adică fenomenele determinate de degajarea gazelor dizolvate în lichidele şi ţesuturile organismului, poate surveni când cosmonautul pătrunde fără precauţii în cabină, unde presiunea barometrică este de 300 torri. Pentru a-l evita este suficient ca el să respire câteva zeci de minute oxigen pur, în scopul eliminării excesului de azot.

Toate aceste efecte periculoase sunt evitate prin îmbrăcarea costumului de altitudine, cu cască etanşă, asigurând o oxigenare convenabilă şi o contrapresiune de ordinul a 145 torripe ansamblul corpului. Utilizarea „combinezonului" spaţial permite decomprimarea cabinei şi evoluţia la exterior.

Mediul cosmic sau spaţial. Expresia de vid cosmic nu corespunde realităţii, cosmonautul fiind expus radiaţiilor de origine extraterestră, variaţiilor câmpului magnetic şi mai puţin meteoriţilor. în spaţiul cosmic temperatura variază între -150 °C şi +150 °C, în

funcţie de orientarea faţă de Soare, natura şi culoarea materialului expus.

Presiunea este extrem de scăzută, de ordinul a 10^{13} torri.

Pentru om riscul constant este cel al radiaţiilor corpusculare (electroni, protoni, nuclee de Fe, Ni, Ca, C, 0_2) şi electromagnetice sau fotonice (gamma, ultraviolete, luminoase, infraroşii).

Unele elemente sunt de origine galactică, având o foarte mare energie şi viteză, altele de origine extragalactică.

Radiaţiile solare devin foarte intense, în perioadele erupţiilor solare. în jurul Pământului există două câmpuri magnetice, circulare ce opresc o mare parte din radiaţiile cosmice, formându-se astfel centurile radioactive Van Allen.

în cursul zborurilor interplanetare, traversarea centurilor Van Allen trebuie să se facă rapid, pentru evitarea absorbţiei de doze importante de radiaţii. O altă soluţie este părăsirea Pământului la nivelul polilor.

Fotonii şi particulele cu energie joasă nu penetrează pereţii cabinei, dimpotrivă, particulele de înaltă energie pot traversa blindaje de oţel de câţiva centimetri.

Fracţiunea de energie absorbită la nivelul peretelui devine sursă de radiaţii secundare, ce creează o ionizare locală foarte crescută, afectând cosmonauţii.

Expunerea la câmp electromagnetic conţine două alternative: străbaterea câmpului magnetic intens, care înconjoară Pământul, şi apoi, acţiunea unui câmp magnetic foarte slab sau nul în spaţiu. Nu se cunosc mcâ efectele rămânerii îndelungate în zone amagnetice.

Un risc foarte redus îl prezintă ciocnirea navei \]uti;il<- i u micrometeoriţii. Aceştia se deplasează cu vi!•*/(* Itiaric mari de 10 km/s până la peste 270 km/s. Masa lor redusă, uneori până la ordinul picogramelor, nu permite traversarea peretelui cabinei. Probabilitatea de impact cu un meteorit având masa de 1 g este pentru un vehicul cu diametrul de 3 m, de o dată pe an.

8. 3. CONSECINŢELE ACCELERAŢIEI ŞI

DECELERAŢIEI

Lansarea rachetei și revenirea navei spaţiale în atmosfera terestră pun în joc forţe de inerţie. Se modifică doar sensul acestor forţe, dar în ambele cazuri se produce o creștere a greutăţii. In plus, în cursul funcţionării lor, motoarele sunt surse de vibraţii.

Ca urmare a accelerărilor sau decelerărilor apare o stare de'supraponderabilitate ce provoacă o mărire temporară a greutăţii organismului. Deoarece diversele lichide şi ţesuturi din corpul uman nu sunt omogene, deci nu au aceeaşi densitate, creşterea greutăţii lor este şi ea neomogenă, antrenând o serie de perturbări. Creşterea greutăţii diferitelor organe poate fi calculată teoretic în funcţie de intensitatea acceleraţiilor, rapiditatea cu care ele sunt atinse, sensul în care ele se exercită şi durata lor.

Calculele teoretice au fost confirmate experimental, deci ele sunt bine cunoscute îri aeronautică.

A devenit astfel posibilă alegerea unor caracteristici ale accelerării şi decelerării, care să facă tolerabile pentru om lansarea şi revenirea pe Pământ.

Forţele de inerţie dezvoltate de aceste accelerări şi decelerări sunt greu suportate când se exercită după axa longitudinală a corpului. Dacă oasele şi muşchii rezistă, fluidele organismului, îndeosebi sângele, se deplasează către membrele inferioare sau spre extremitatea cefalică, după sensul forţelor de inerţie.

Când sângele părăseşte regiunea cefalică apar tulburări de vedere, urmând pierderea cunoştinţei. Aceste tulburări sunt pasagere, cu condiţia ca accelerările să nu treacă de câteva minute. Dacă sângele trece de la nivelul membrelor inferioare spre extremitatea cefalică apar dureri, hemoragii rino- faringiene, senzaţie de vedere roşie, până la orbire temporară şi pierderea cunoştinţei. Când forţele de inerţie se exercită în planul transversal al corpului (abdomen, zona dorsală şi invers) sau lateral, pe flancuri, ele sunt mult mai bine suportate. Subiectul resimte o impresie de

compresiune toracică, dar este suportabilă. De aceea cosmonauţii sunt lansaţi în spaţiul cosmic întotdeauna întinşi în plan orizontal. La revenirea în atmosferă cabina este basculată înainte, în timp ce cosmonauţii păstrează aceeaşi poziţie. Ca urmare, forţele de inerţie dezvoltate prin deceleraţie se exercită în acelaţi sens ca în momentul plecării, abdomen -zonă dorsală.

Fazele active ale zborului, lansarea şi revenirea în atmosferă sunt însoţite de fenomene secundare: vilualii trepidaţii şi vibraţii acustice, zgomote, mliasimcte şi ultrasunete. Vibraţiile, uneori jenante, nu depăşesc totuşi pragul de toleranţă pentru durata expunerii. O parte din energia lor este absorbită de materialele interpuse, iar sistemul acustico-vestibular este protejat, într-o oarecare măsură, de cască.

8. 4. STAREA DE IMPONDERABILITATE

Faza pasivă a călătoriilor în spaţiul cosmic creează starea de imponderabilitate sau de agravitaţie.

Această stare perturbă numeroase funcţii, dar nu împiedică activitatea normală a omului, îndeosebi pe parcursul câtorva săptămâni.

De la începutul fazei orbitale a zborului se produce o redistribuire a masei sanguine în sistemul cardio-vascular; sângele este dirijat spre regiunea cefalică şi se acumulează inclusiv la nivelul inimii. Creşte diureza, se reduce volumul lichidelor din organism şi se pierde din greutate. Dar după a patra zi de zbor starea cosmonautului revine la normal, cu excepţia aparatului cardio-vascular, care funcţionează în condiţii anormale pe toată durata zborului.

Astfel, modificările poziţiei corpului nu mai pot angaja fenomene reflexe, ce permit evitarea, la sol, a acumulării de sânge în segmentele inferioare, când corpul are poziţie verticală. De aceea astronauţii pot prezenta vertije, sau tendinţe la sincope prin trecerea de la poziţia înclinată la poziţia dreaptă.

Aceste tulburări se previn prin utilizarea în timpul zborului a unor aparate de joasă presiune, care să provoace returul sângelui din membrele inferioare.

Prin absenţa presiunii este modificat şi aparatul vestibular. Centrii nervoşi superiori nu mai primesc semnale normale şi apare impresia de plutire, de rotaţie, în cazul mişcării brusce ale capului, diminuarea activităţii motrice, datorită localizării imprecise a obiectelor, precum şi semnele clasice de „rău de călătorie”.

Se produc şi iluzii senzoriale, legate de discordanţa dintre informaţiile furnizate de văz şi cele provenind din urechea internă, provocând o dezorientare.

Ingestia de alimente şi îndeosebi de lichide este suportată cu dificultate. Inconvenientele se evită prin priza de alimente uscate şi rehidratate în pungi speciale în momentul ingestiei.

La nivelul sistemului locomotor, imponderabilitatea produce o punere în repaus parţial al acestui sistem. Discurile intervertebrale, în mod normal comprimate prin greutatea corpului, se pot destinde, ceea ce explică creşterea taliei astronauţilor cu circa 2—4 cm. Oasele se demineralizează prin pierderea calciului şi apare o atrofie

a traseelor ţesutului osos spongios. Cu toate că pierderile calcice sc diminuează prin exerciţii fizice cu resorturi elastice, asociale cu un regim alimentar bogat în calciu, ele nu pol li niciodată suprimate în întregime.

Sistemul muscular se modifică prin imponderabilitate. Au fost observate alterări infrastructurale ale fibrelor musculare şi reducerea volumului inimii.

Somnul nu este modificat, nefiind influenţat de lipsa alternanţei zi-noapte.

Presiunea este singurul factor de mediu care a rămas constant de la originea Pământului şi de aceea reprezintă un factor determinant în evoluţia fiinţelor vii.

Forma generală a speciilor şi dezvoltarea scheletului apar ca adaptări la presiune, fapt sesizat încă din 1638 de Galileo Galilei.

9. ELECTRONICA NE ÎNSOŢEŞTE PESTE TOT

Electronica este un capitol al fizicii care la ora actuală formează o ştiinţă de sine stătătoare. Sigur că la baza funcționării tuturor dispozitivelor și circuitelor sunt principiile de bază ale fizicii, şi în special ale fenomenelor electrice. De remarcat şi faptul că tehnologiile actuale pentru obținerea dispozitivelor electronice, circuitelor integrate complexe şi a microprocesoarelor, au putut fi obținute în urma unor cercetări minuţioase din domeniul fizicii şi tehnologiei semiconductorilor.

Astfel putem fi astăzi invadaţi de calculatoare electronice, la îndemâna fiecărui om, mergând de la ceasuri până la sofisticatele computere, care se regăsesc, dacă vreţi, în televizoarele din casa noastră.

Să nu uităm că zborurile cosmice, dirijarea şi comanda

vehiculelor spaţiale sau terestre sunt acţionate <lc procesoare electronice, de mare complexitate.

Nu ne vom referi la toate domeniile de aplicabilitate a electronicii, ci vom trece în revistă numai câteva aplicaţii ce leagă electronica de viaţa noastră de toate zilele.

Să ne gândim la faptul că receptoarele de televiziune, radioreceptoarele, ceasurile electronice, casetofoanele, videocasetofoanele, telecomanda diferitelor aparate au intrat deja în viaţa noastră.

Dacă mai extindem domeniul, auzim şi ne informăm cu privire la computerizarea proceselor tehnologice, cu un grad mare de productivitate şi precizie.

în cele ce urmează ne vom referi doar la câteva exemple de aplicare a electronicii direct legată de viaţa omului sau, mai bine spus, de diagnosticare a unor comportări umane. Asemenea aparatură electronică se referă la psihotesterele electronice.

Este cunoscut faptul că din punct de vedere al comportamentului psihic există o mare diversitate în comportarea omului.

în afara testelor făcute de psihologi, cu metodele specifice acestei discipline, electronica vine cu aparate care pot da o măsură mai obiectivă a unor comportări psihice umane.

Aparatele, dispozitivele sau instalaţiile folosite pentru asemenea evaluări se numesc psihotestere.

Psihotesterele sunt aparatele care determină nivelul, gradul de dezvoltare a unei aptitudini sau însuşiri psihice, relativ la grupul de indivizi căruia îi aparţine. Iniţial, psihotesterele aveau o structură electromecanică. Actualmente, o dată cu dezvoltarea electronicii, psihometrele fac parte din aparatura principală a testării obiective în domeniul psihologiei umane.

Psihotesterele electronice pot fi construite uşor, au o mare siguranţă în funcţionare şi au o precizie mare în determinarea stărilor de comportament. Aceste aparate sunt folosite pentru selecţii la diferite concursuri, înaintea îndeplinirii unor misiuni în aviaţie, după depunerea unor eforturi etc.

Nu este lipsit de interes faptul că psihotesterele pot fi

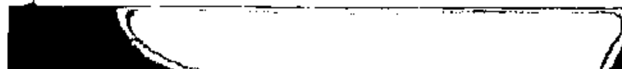
folosite în scopuri distractiv-recreative.

Vom descrie, doar în principiu un psihometru, urmând ca cei care doresc să le construiască să folosească bibliografia indicată.

Viteza de reacţie sau de răspuns a unei persoane la o excitaţie exterioară auditivă sau luminoasă, reprezintă o măsură a stării psihice.

Măsurarea vitezei de reacţie se poate face cu ajutorul unui cronometru electronic, care compară rezultatul cu o valoare statistică medie.

Aparatele construite pentru scopul enunţat mai sus au următorul mod de utilizare: se excită pacientul de studiat, cu un semnal luminos sau sonor, iar persoana testată trebuie să apese pe un buton care determină aprinderea unui bec sau o diodă luminescentă (LED). Intervalul de timp de la apariţia excitaţiei şi până la aprinderea becului, măsurat cu precizie de cronometru electronic, ne dă viteza de reacţie a individului testat. Apăsarea, după momentul



iniţial, pe alte butoane nu mai are nici un efect, aparatul fiind blocat la prima apăsare pe buton.

Un montaj electronic simplu, pentru compararea vitezei de răspuns dintre două persoane, poate fi realizat cu o schemă foarte simplă, redată în Figura 13.

Schema cuprinde două părţi: o parte este construită pentru realizarea excitaţiei luminoase şi este alcătuită din tranzistorii T_3 şi T_4 (BC 107 şi respectiv BD 135), având în colectorul lui T_4 un bec L_r De fapt acest montaj este un multivibrator care oscilează cu o frecvenţă foarte mică, determinând aprinderea becului L_3 cu frecvenţa de oscilaţie a multivibratorului. De remarcat faptul că timpul de pauză este mult mai

mare decât timpul când becul este aprins.

Partea care indică viteza de reacţie relativă a unei persoane faţă de alta este realizată cu tranzistorii *T,* şi T_2 (BC 107).

Atâta timp cât nu sunt închise întrerupătoarele *k,* şi k_2 , tranzistorii T, şi T_2 sunt blocaţi şi becurile stinse. La apariţia excitaţiei luminoase de la L_J persoana cu viteza cea mai mare de reacţie va apăsa pe un comutator, determinând aprinderea becului corespunzător; să zicem că se apasă pe k_t şi se aprinde L,; tranzistorul T_2 se blochează şi la închiderea ulterioară a lui k_2 , becul L_2 nu se va mai aprinde. în felul acesta putem să comparăm viteza de reacţie relativă a două persoane.

Elementele de circuit din figura 13 sunt:

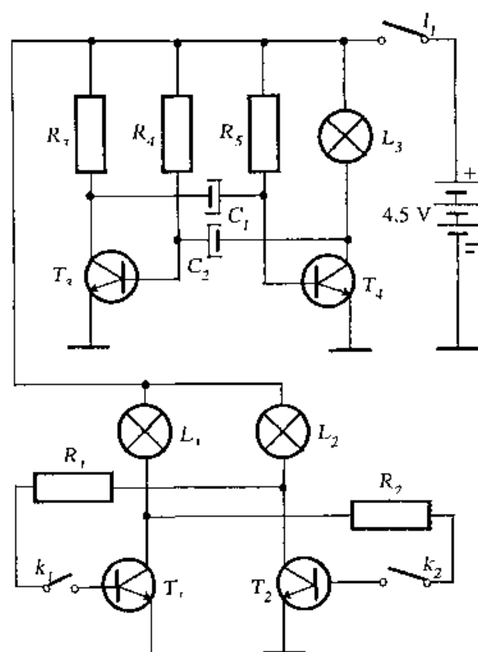


Fig. 13.

- tranzistorii T_1 , T_2 , T_3 de tip BC 107 iar tranzistorul T_4 de tip BD 135;

—rezistorii au rezistenţele $R_1 = R_2 = 1{,}5$ kO, R_3 = 300 R_4 = 6,8 k*Ci* şi R_s = 12 kO;

- condensatoarele au capacităţile:

C, = 500 (.1F/6V şi C_2 = 50 ţiF/6V.

Multivibratorul, format din componente electronice discrete sau circuite integrate, poate fi utilizat şi în alte scopuri (de exemplu, la autoturisme, la pomul de Crăciun etc.), în care dorim să avem o semnalizare intermitentă, folosind becuri sau diode luminescente (LED).

Plecând de aici se pot realiza montaje cu care se compară viteza de reacţie relativă a mai multor persoane sau viteza de reacţie comparată cu o valoare statistică medie.

Menţionăm şi faptul că există montaje electronice care utilizează procesoare electronice specializate pentru testarea capacităţii de decizie motorie, a verificării stării de oboseală, a atenţiei distributive, asociată cu memoria vizuală, aparatură ce poate fi realizată de amatori utilizând schemele din bibliografia indicată.

10. MICROUNDELE, DIN COSMOS PÂNĂ ÎN BUCĂTĂRIE

Domeniul microundelor, numite şi unde „supra/ extrem de înalte" SHF/EHF, sunt unde electromagnetice cu frecvenţa cuprinsă între 0,3-300 GHz, iar ca domeniu spectral se situează între cele ale undelor radio şi al radiaţiilor vizibile.

într-o primă discuţie, să precizăm câteva probleme privind aplicaţiile microundelor în domeniul comunicaţiilor. Avantajele folosirii microundelor în domeniul comunicaţiilor de toate felurile (telefonie, radio, televiziune) rezultă din particularităţile acestora, care se pot rezuma la faptul că acestea se propagă sub forma unor fascicule şi dau posibilitatea detectării unor semnale de foarte mică putere (< $10^{'3}$ (.iW). Aceste proprietăţi dau o imunitate ridicată la diverse semnale parazite, o micşorare a dimensiunilor dispozitivelor şi transmiterea unor puteri electrice mari la mare distanţă.

Să ne referim numai la transmiterea la mare distanţă, prin intermediul sateliţilor a programelor de televiziune. Sigur că astăzi suntem obişnuiţi să privim la televizor programe provenind din toată lumea. Acest fapt se datorează folosirii unor fascicule de microunde ce sunt preluate de antenele ce

recepţionează undele electromagnetice (microundele) emise de sateliţi specializaţi.

Transmisiile de informaţii din cosmos (navete spaţiale, sateliţi), nu ar putea fi făcute decât prin intermediul purtătoarei de informaţie, care este în domeniul microundelor.

Recepţionarea programelor de televiziune naţionale este posibilă în orice colţ al ţării datorită faptului că există acele relee de retransmisie, între care există o legătură cu fascicule de microunde.

De dată recentă şi la noi în ţară microundele sunt puse la lucru pentru supravegherea teritoriului.

Un alt domeniu în care microundele sunt utilizate, dând rezultate remarcabile, este cel al dirijării vehiculelor spaţiale, cum sunt: avioanele, sateliţii şi rachetele.

Domeniul este atât de vast, încât numai enumerarea acestor aplicaţii ar lua un spaţiu foarte mare.

Să ne referim acum la ceva mai casnic şi anume la cuptorul cu microunde, care a intrat deja şi în casele noastre ajutându-ne în viaţa de toate zilele.

Câmpul electromagnetic din domeniul microundelor produce încălzirea în volum a unor materiale nemetalice. Precizăm că metalele reflectă microundele.

Acesl fenomen de încălzire este determinat de pierderile prin conducţie şi pierderilor prin histerezis electric.

Cele două tipuri de pierderi sunt specifice dielectricilor în general, iar pierderile prin histerezis sunt specifice dielectricilor polari.

După cum este ştiut toate alimentele utilizate de om conţin o cantitate mai mare sau mai mică de apă. Apa are moleculele bipolare şi prezintă pierderi prin histerezis electric în

domeniul microundelor.

Prin urmare toate materialele care conţin apă (şi în special alimentele) pot fi încălzite în volum, uniform şi rapid, cu ajutorul microundelor.

Se pune întrebarea ce face omul, care interacţionează cu un astfel de câmp de microunde? Sigur că păţeşte acelaşi lucru. Pentru a nu se întâmpla aşa ceva, se iau măsuri speciale de protecţie.

Generarea microundelor se face cu ajutorul unor dispozitive electronice specializate: clistroane de tranzit şi reflex, tuburi cu undă progresivă, magnetronul cu cavităţi multiple.

Clistronul este un tub electronic cu fascicul de electroni, utilizat în domeniul microundelor.

Magnetronul este un tub electronic în care fasciculul de electroni este supus concomitent acţiunii câmpurilor electric şi magnetic. Acesta este utilizat la generatoarele de microunde.

O altă categorie de dispozitive pentru generarea microundelor o formează aceea cu semiconductoare
cum sunt: diodele tunel, diode Gunn, diode IMPAT şi altele.

Cuptoarele cu microunde au fost utilizate de public începând cu anul 1980.

La noi în ţară, utilizarea cuptoarelor cu microunde s-a făcut după anul 1990.

La început să enumerăm doar câteva avantaje şi facilităţi obţinute de la acest nou produs pus să ajute viaţa omului: reducerea timpului de preparare a alimentelor (până la 75%), reducerea consumului de energie electrică (până la 80%), menţinerea valorii nutritive a alimentelor etc.

în ceea ce priveşte cuptorul cu microunde, cel mai utilizat dispozitiv este magnetronul, care debitează puteri între

100 W şi 25 kW, cu un randament de pană la 65% şi o durată de funcţionare de circa 3 000 ore. Frecvenţa microundelor utilizate în cuptoarele de uz casnic este de 2,45 GHz.

în figura 14 este redată schema generală de principiu a unui cuptor cu microunde de uz casnic.

Microundele sunt trecute printr-un ghid de undă şi apoi dispersate într-o cavitate rezonantă în care se află alimentul supus încălzirii. Construcţia platoului rotativ pe care se află alimentele permite o încălzire uniformă a acestora.

Din schema cuptorului cu microunde se observă modul de propagare şi focalizare a fasciculului de microunde.

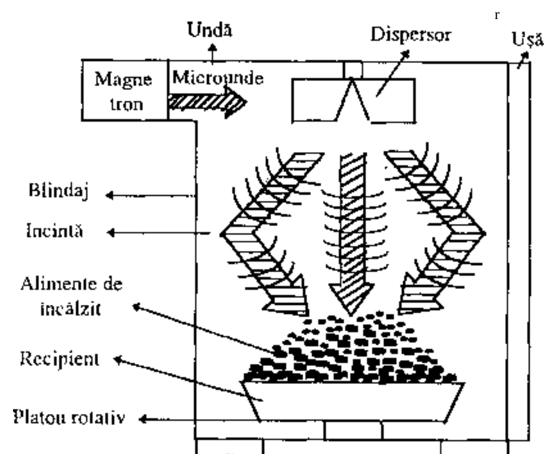


Fig. 14. Structura unui cuptor cu microunde.

Aşa cum afirmam mai sus, este necesară o protecţie a utilizatorului împotriva interacţiunii cu microundele, folosindu-se un blindaj exterior şi garnituri speciale ale uşii cuptorului. Funcţionarea cuptorului este complet automatizată, utilizând circuite integrate specializate.

11. FIBRA OPTICĂ ŞI CIVILIZAŢIA MODERNĂ

Folosirea luminii pentru transmiterea informaţiilor permite, cu mai multă uşurinţă, tot ceea ce realizează astăzi electronica. Cu ajutorul tehnicilor modeme, care permit modificarea strălucirii luminii de miliarde de ori pe secundă, mesajul ia forma luminii şi, prin intermediul unei fibre optice, este transmis la distanţa dorită.

Fibra optică este un filament subţire din sticlă, care, atunci când o rază de lumină cade sub un anumit unghi, unul dintre capetele sale o poate transmite până la capătul opus, fără a-i altera variaţiile pe care acestea le conţin.

Principiul de funcţionare a fibrelor optice este asemănător, din multe puncte de vedere, cu principiul de transmitere a luminii printr-o baghetă de sticlă transparentă.

Deşi preocupări de obţinere au existat mai de mult, abia după 1950 s-au putut realiza fibre optice cu aplicaţii practice. Teoretic, lumina se poate transmite printr-o fibră optică dacă indicile de refracţie al fibrei este mai mare decât cel al aerului,

folosind fenomenul de reflexie totală.

Din punct de vedere practic însă, neomogenitățile din compoziția materialului optic, neomogenitatea de prelucrare şi impuritățile de pe suprafața materialului optic fac ca o fibră optică aşezată direct în aer să conducă la pierderi foarte mari de lumină de-a lungul parcursului luminii şi în final să nu mai avem de a face cu o fibră optică.

Chiar dacă suprafaţa materialului ar fi complet lipsită de impurităţi, o fibră de tipul prezentat mai sus nu este convenabilă pentru aplicaţii practice, deoarece au loc pierderi de lumină de la o fibră la alta, datorate fenomenului de „diafonie optică" . Diafonia este o interacţiune cu caracter perturbator între circuite de telecomunicaţii, prin care semnalele transmise pe un circuit devin perceptibile pe alte circuite. Efectul de diafonie este înlăturat prin acoperirea fibrelor cu un strat subţire de material dielectric transparent, al cărui indice de refracţie este mult mai mic decât indicele de refracţie al materialului fibrei. Avantajul acestui procedeu constă în faptul că, nefiind în contact cu aerul, suprafaţa exterioară a fibrei nu mai este impurificată şi deci se înlătură şi pierderea de lumină prin absorbţie. Tehnica de acoperire a fibrelor de sticlă cu un alt tip de sticlă optică, cu indicele de refracţie mai mic, formează baza metodelor de obţinere a fibrelor optice, pe de o parte, iar pe de alta, permite obţinerea de dispozitive cu fibre optice în care stratul

depus la suprafaţa fibrelor serveşte şi ca liant. în afară de sticla optică, pentru confecţionarea fibrelor optice se folosesc şi materialele plastice optice. Fibrele de plastic au avantajul că sunt mai flexibile şi mai puţin fragile decât fibrele de sticlă, însă prezintă dezavantajul că nu rezistă la temperaturi prea mari.

Eficienţa fibrelor optice ca ghiduri de undă se bazează pe fenomenul de reflexie totală. Acest fapt înseamnă că toată lumina din interiorul unui mediu cu un indice de refracţie ridicat, care ajunge la suprafaţa de separare cu un indice de refracţie scăzut, va fi reflectată fără nici o pierdere, dacă este îndeplinită condiţia

$$\sin/> — = n_{21}, \qquad (1)$$

unde $n_2 < ri_x$.

Reflexia totală nu poate fi perfectă, datorită contaminării sau neuniformităţilor suprafeţei de separare, care încalcă condiţia (1).

Orice rază de lumină care se abate, într-un anumit grad, de la condiţia (1), va fi atenuată şi poate fi considerată pierdută, dacă abaterea este repetată. Orice rază de lumină care satisface condiţia (1), în timpul în care se propagă de-a lungul fibrei optice, poartă denumirea de rază trapată. Razele trapate contribuie la propagarea luminii prin fibrele optice.

Să analizăm propagarea luminii printr-o fibră cilindrică, dreaptă şi uniformă, având raza secţiunii

transversale r_0 şi confecţionată dintr-un material cu indicele de refracţie uniform, n, , înconjurat de un mediu cu indicele de refracţie $n_2 < n_l$. Considerăm că diafragma de intrare a luminii este perpendiculară pe axa fibrei (fig. 15).

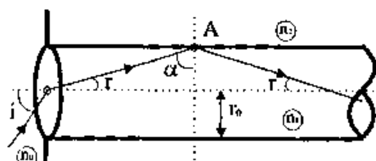


Fig. 15.

Considerând cazul razelor meridionale (cele care intersectează axa optică a fibrei), vom analiza raza meridională incidenţă sub unghiul i şi refractată sub unghiul *r,* astfel încât unghiul de incidenţă, la prima reflexie pe suprafaţa de separare dintre cele două medii, este dat de relaţia

$$a \quad {}_{2} \quad r \qquad (2)$$

în care

$$r = \arcsin\left(\frac{n_0}{n_1}\sin i\right),$$

iar n_0 este indicele de refracţie al mediului din care lumina intră în fibră.

Condiţia de reflexie totală in punctul A (fig. 15) este

< sin *a* = cos*r* — VT - $\sin^2 r$ =

(3) $$= \sqrt{1-\left(\frac{n_0}{n_1}\right)^2 \sin^2 i}\ .$$

Rezolvând ecuaţia (3) în raport cu unghiul i, obţinem

$$\sin i \leq \frac{\sqrt{n^2{}_1 - n^2{}_2}}{n_0}$$ 3siin$_{mix}$. (4)

Orice rază de lumină incidenţă pe suprafaţa de intrare a fibrei optice sub un unghi mai mic .decât unghiul i_{nm}, dat de relaţia (4), va Fi o rază trapată (ghidată).

Unghiul de refracţie corespunzător va fi dat de expresia

(5) $$\sin r_{max} = n_0 \frac{\sin i_{max}}{n_1} \cdot \sqrt{1-\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2}$$

Raza de lumină care atinge suprafaţa de separare miez-manta sub un unghi de incidenţă ce nu depăşeşte unghiul limită, va suferi fenomenul de refracţie, pătrunzând în manta şi pierzându-se. Pentru ca numărul razelor pierdute să fie cât mai mic, este

necesar ca fibrele să aibă o „deschidere” cât mai mare. Această calitate se apreciază cantitativ printr-o caracteristică denumită „apertură numerică”.

Apertura numerică a fibrei optice este dată de expresia

$$A_0 = n_0 \sin i_{max} = \sqrt{n^2{}_1 - n_2{}^2}.$$

(6)

Raza meridională considerată, reflectată în punctul A, sub un unghi de reflexie egal cu unghiul *a,* va intersecta din nou axa optică sub unghiul r, astfel încât următoarea reflexie va avea loc tot sub unghiul de incidenţă *a,* unghi care se menţine şi pentru toate celelalte reflexii care urmează.

Considerând că fibra optică are lungimea L, drumul străbătut de raza de lumină considerată este dat de relaţia

$$d = Lsccr = \frac{n_1 L}{\sqrt{n^2{}_1 - n^2{}_0 \sin^2 i}},$$

(7)

iar intervalul dintre două reflexii consecutive, măsurat de-a lungul fibrei, este

yf>

'n²1 - n²o sin² i

= 2r₀ctgr = 2 r₀

n₀ sin/ . (8)

Rezultă că numărul total de reflexii pe care le suferă raza de lumină este egal cu

= = (9)

^{d}**o** 2r0 2*r0* V«²i - «²**o sin² /**

Din punct de vedere al formei geometrice, în afara fibrelor cilindrice mai există fibre conice şi fibre curbate. Propagarea luminii în astfel de fibre se studiază în mod analog cu cazul fibrei optice cilindrice. Mai dificilă este analiza fibrelor oblice.

în ultimul timp s-a dezvoltat tehnica obţinerii fibrelor din material plastic, care au indicele de refracţie cu variaţie continuă. Acestea au un diametru de 3 mm şi o lungime de câţiva metri, ceea ce permite folosirea lor pentru examinarea medicală a organelor interne. De asemenea, există posibilitatea de a confecţiona fibre din cuarţ, capilare, care se umplu cu lichide cu indice de refracţie mare. Astfel de fibre au fost testate pentru lungimi de ordinul kilometrilor, obţinându-se rezultate promiţătoare.

Alături de capacitatea mare de transport, ,1a avantajele comunicaţiilor prin fibre optice se adaugă economisirea considerabilă de cupru (metal scump şi deficitar), care intră în componenţa cablului folosit în telefonia convenţională sau a cablului coaxial.

Fibrele optice prezintă şi avantajul transmiterii informaţiilor fără a exista posibilităţi de bruiaj. Absenţa totală a paraziţilor, deci comunicaţii mult mai sigure, au făcut ca fibrele optice să-şi găsească utilizări şi în construcţia de avioane şi vapoare.

Fibrele optice se folosesc practic în grupuri, definind aşa - numitele sisteme de fibre optice, care dispun de o mai mare eficienţă practică. Privind lumina transmisă cu astfel de sisteme, observatorul rămâne

impresionat de frumuseţea imaginilor ce se obţin. Se evidenţiază încă o dată frumuseţea fenomenelor optice, unitatea incontestabilă a aplicaţiilor opticii în toate domeniile de activitate şi faptul că optica a rămas în continuare una dintre cele mai active, mai utile şi mai frumoase ramuri ale ştiinţei.

12. ENTROPIA PE ÎNŢELESUL TUTUROR

12. 1. LEGEA CREŞTERII ENTROPIEI

Examinând mai în detaliu ciclul Camot, se constată că el conduce la definirea unei mărimi fizice de o importanţă fundamentală în fizică; ea reprezintă'o nouă funcţie de stare cu ajutorul căreia»se poate da principiului al doilea al termodinamicii o formulare matematică. Această nouă funcţie de stare poartă numele de entropie (funcţia a fost denumită entropie de către Clausius, după grecescul en-tropein care are semnificaţia de a transforma) şi se defineşte astfel:

$8\,O$

dS căldura, T = temperatura).

Variaţia ei în cursul unei transformări reversibile, între două

stări, nu depinde de modul în care se face tranziţia între cele doă stări, ci numai de starea iniţială şi cea finală. într-o transformare reversibilă, în cursul căreia sistemul absoarbe căldură, entropia creşte, iar într-una în care degajă căldură, entropia scade.

într-o transformare adiabatică, *5 Q- 0,* entropia rămâne constantă.

în practică interesează numai variaţia entropiei şi deci este indiferent care stare se alege drept valoare de referinţă. Se obişnuieşte să se considere că la temperatura de zero grade Kelvin entropia este egală cu zero.

în procesele reversibile, într-un sistem închis, entropia este constantă. Dar noţiunea de proces reversibil este o idealizare, deci entropia are un sens real în procesele ireversibile.

în procesele ireversibile, chiar în sistemele închise, entropia creşte, după cum rezultă din teorie şi din experienţă.

Creşterea entropiei nu este nelimitată, ea creşte numai până la o limită maximă, caracteristică pentru sistemul dat, caracteristică stării de echilibru, după care, oricare ar fi modificarea stării, fără acţiuni exterioare, ele se opresc.

Legea creşterii entropiei în procesele ireversibile reprezintă conţinutul celui de-al doilea principiu al termodinamicii: într-un sistem închis procesele ireversibile sunt însoţite întotdeauna de creşterea entropiei.

Spre exemplu, amestecând două mase de apă cu temperaturi diferite, procesul se desfăşoară de la sine, dar procesul invers, de separare a maselor în starea

inițială nu mai are loc, deci procesul este ireversibil, entropia amestecului crește.

Fie $T_A > T_b$, temperatura primei cantități de apă mai caldă, iar T_g temperatura cantității mai reci înainte de amestecare. Prin amestecare, starea masei mai calde se modifică cu *-8 Q,* pe care o cedează, iar starea masei mai reci se modifică cu cantitatea de căldură *+S Q,* pe care o absoarbe. Procesul de amestecare se desfășoară până când cele două cantități de apă au atins starea de echilibru, $T_A = T_n$. Prin urmare, variația entropiei pentru fiecare masă de apă în parte este

~ S[1] dS_B — ,
* *A* *B*

iar pentru amestec va fi

$dS = dS_A + dS_B$ = (i—*Us Q* > o; $T_A > T_b$,

deci entropia amestecului crește.

Destinderea gazului ideal în vid este un proces izoterm, ireversibil și entropia lui crește.

în mașinile reale nu se poate asigura reversibilitatea proceselor în toate stadiile și prin urmare nici constanța entropiei, motiv pentru care entropia crește, iar randamentul este subunitar.

Creșterea entropiei, în general, înseamnă că ;nergia termică (căldura) este mai puțin accesibilă transformării în lucru mecanic. Deci, în orice sistem închis, orice proces ireversibil se desfășoară în așa fel încât cantitatea de energie capabilă de lucru mecanic se micșorează, tinzând la zero în starea de echilibru.

12.2. ENTROPIA, PROBABILITATEA ȘI DEZORDINEA

Al doilea principiu al termodinamicii stabileşte că procesele ireversibile se desfăşoară de o asemenea manieră încât entropia sistemului de corpuri care participă în proces creşte spre o valoare maximă. Valoarea maximă a entropiei este atinsă când sistemul ajunge în stare de echilibru. însăşi ireversibilitatea proceselor este legată de faptul că trecerea spre starea de echilibru este cea mai probabilă faţă de orice altă tranziţie spre o altă stare.

Din această cauză se observă numai acele modificări de stare, în care sistemul trece dinti-o stare mai puţin probabilă într-o stare mai probabilă. Astfel apare evidentă asemănarea dintre comportarea entropiei şi a probabilităţii. Este natural deci, să se lege entropia sistemului într-o stare termodinamică oarecare cu probabilitatea de realizare a acestei stări. O asemenea legătură a fost stabilită de Boltzmann.

întrucât în starea de echilibru a unui sistem termodinamic atât entropia, cât şi probabilitatea termodinamică ajung la valoarea maximă, între ele există o legătură directă. Prin urmare, entropia este legată de probabilitatea termodinamică printr-o relaţie de forma

$$S = k\ln w,$$

unde A: este constanta lui Boltzmann, iar *w* este probabilitatea termodinamică.

In concluzie, natura tinde de la stările cele mai puţin probabile spre stările cele mai probabile.

Practica cotidiană atestă ideea că între entropie şi dezordine există o corelaţie directă. Un exemplu e suficient pentru a ilustra această afirmaţie.

într-adevăr, o piramidă de nisip caracterizată printr-o formă geometrică regulată, sub influenţa factorilor externi (ploaia şi vântul), se distruge foarte uşor, cu alte cuvinte tranziţia din starea de ordine în cea de dezordine este foarte probabilă.

Sistemul o dată ajuns în starea de dezordine, de la sine sau

sub influenţa aceloraşi factori de dezordine, nu mai revine niciodată la forma iniţială sau în starea ordonată. Această tranziţie nu este imposibilă, dar este extrem de puţin probabilă.

în felul acesta entropia se mai poate considera şi ca o măsură a dezordinii unui sistem termodinamic.

Dezordinea este totdeauna mai probabilă decât ordinea.

Legat de acest aspect al entropiei se explică şi faptul că orice formă de energie trece în final în energie termică, pentru că aceasta corespunde stării de dezordine, stării celei mai probabile, stării cu entropia maximă.

Dezordinea unui sistem este un proces ireversibil şi în decursul desfăşurării lui entropia creşte. Entropia indică direcţia de evoluţie a unui sistem, sau de desfăşurare a unui proces ireversibil.

Ridicând piramida de nisip se cheltuieşte o energie şi entropia sistemului în tranziţia lui spre starea ordonată scade, dar starea ordonată nu reprezintă starea cea mai probabilă, starea de echilibru.

Prin urmare este normal sau natural, ca sub influenţa unor perturbaţii exterioare sistemul să tindă spre starea de echilibru, spre starea cea mai probabilă cu entropia maximă.

12.3. REDESCOPERIREA TIMPULUI ȘI CREȘTEREA ENTROPIEI

Deși ireversibilitatea proceselor reale este perfect inteligibilă, totuși înțelegerea creșterii inevitabile a entropiei în astfel de procese se ciocnește de anumite bariere psihologice dificil de străbătut. Ce poate fi de neînțeles în faptul că o mărime crește

mereu? Omul cunoaște şi o altă mărime fizică a cărei valoare crește tot aşa incontinuu. Este vorba de mărimea fizică *timp,* despre care suntem cu toţii convinși că nu poate varia decât cu valori pozitive.

Legătura între creşterea entropiei pe de o parte şi a parametrului timp, pe de altă parte nu este o întâmplare, ci între aceste creşteri există o conexiune foarte profundă, formulată astfel: „creşterea entropiei exprimă săgeata timpului”. Ideea aceasta a fost realizată decătre Boltzmann, prin legarea entropiei de probabilitate şi postularea evoluţiei sistemelor „în timp”, de la stări cu probabilitate mică, spre stări cu probabilitate mare.

Sensul variaţiei entropiei este aşadar dictat de sensul evoluţiei proceselor reale din natură.

Pentru a arăta ce legătură este între entropie şi timp este suficient să ne gândim puţin la modul în care omul măsoară timpul.

Să considerăm diverse tipuri de ceasuri, începând cu cele mai vechi şi terminând cu cele mai modeme: ceasuri cu apă, clepsidre, ceas cu pendulă, ceas de mână cu pendul de torsiune şi arc spiral, ceas electric cu baterie, ceas electronic cu baterie.

Toate ceasurile de mai sus funcţionează pe același principiu: toate consumă o formă de energie potenţială. De exemplu:

- energie potenţială gravitaţională, la ceasul cu apă şi pendulă;
- energie de deformare elastică a unui arc, la ceasul mecanic;
- energie electrochimică acumulată în baterie, ia ceasul electric şi la cel electronic.

Această energie este consumată în cantităţi discrete, calibrate după un etalon numit secundă, transformând-o în căldură ce

se disipează în mediul ambiant la temperatura T_0, mărind entropia mediului ambiant cu $\frac{}{T_o}$.

Să notăm cu AE_p, energia potenţială (mecanică sau electrică) care se transformă în ceas, în căldură, într-o secundă, pentru a învinge frecările din sistemul oscilant şi a asigura funcţionarea periodică a acestuia, atunci creşterea de entropie a mediului ambiant va fi

$$\frac{AE_n}{T_o} = \frac{O}{T_o} = AS_1.$$

într-un interval r se consumă o energie potenţială $t \cdot AE_p$ şi se produce o variaţie a entropiei mediului ambiant,

$$AS = r\left(\frac{AE}{T_0}\right) = r \cdot AS_1.$$

Deci timpul r = nu este altceva decât un AS_X număr egal cu variaţia totală de entropie a mediului ambiant, datorită funcţionării ireversibile, izoterme a ceasului, raportată la variaţia de entropie necesare pentru a produce o oscilaţie pe secundă.

12.4. MOARTEA TERMICĂ A UNIVERSULUI ?

Fizica rămâne deschisă în toate direcţiile. Galaxiile şi particulele elementare definesc frontierele dimensionale.

Cu toate că frontierele cercetării în fizică sunt bine demarcate, ar fi necugetat să susţinem că ştim încotro ne îndreptăm.

Prima categorie de frontiere ale fizicii este definită de aspectul dimensional. Particulele elementare, pe de o parte, şi macrocosmosul, de cealaltă parte, reprezintă două extreme ale frontierelor dimensionale, care se îndepărtează neîncetat una de alta.

Alte frontiere au fost descoperite mai recent. Prima dintre acestea o constituie temperaturile foarte joase: straniul comportament al materiei la zero absolut şi-a găsit cu timpul explicaţia în înaltul ei grad de ordine şi cooperare.

Teoria menită să descrie originea şi dezvoltarea Universului este cosmologia. Două teorii au apropiat cosmologia de un mod de tratare ştiinţifică: termodinamica şi teoria relativităţii. Dar cosmologia este încă o ştiinţă nesigură, pentru că există ambiguitatea termenului „UNIVERS".

Există cel puţin trei sensuri în care poate fi utilizat acest cuvânt. Dacă prin „univers" înţelegem tot ceea ce există, termenul este de natură pur logică şi nu se poate referi la nimic din lumea fizică; el este echivalent cu noţiunea de „atotcuprinzător".

Totalitatea lucrurilor nu constituie în sine un obiect fizic.

Relativitatea a arătat că orice univers fizic trebuie să aibă dimensiuni finite, deoarece în orice moment structura lui cauzală este dată de semnalul luminos, iar lumina are o viteză finită.

Universul este finit, dar nelimitat, deoarece putem să recepţionăm semnale din locuri tot mai îndepărtate; acestea se vor afla însă întotdeauna la o distantă finită. Obţinem astfel universul

„observabil”, universul pe care putem să-i investigăm, dar pe care, de fapt, nu l-am explorat decât prea puţin până acum, reprezentând o fracţiune infimă a ceea ce în principiu poate fi observat.

în ce priveşte universul observat, trebuie avute în vedere două fapte esenţiale: primul constă în aceea că în toate procesele naturale entropia creşte, al doilea fapt, cunoscut numai de puţin timp este mult mai specific. Toate nebuloasele sau galaxiile pe care le-am observat par să se îndepărteze de noi. Această expansiune a universului este, desigur, relativă: ea se înfăţişează la fel din orice punct al spaţiului ar fi observată, nefiind centrată pe planeta noastră.

S-a invocat legea creşterii entropiei pentru a demonstra că universul este un sistem izolat care se supune principiilor termodinamicii. Ar fi deci plauzibil să se afirme că toate diferenţele de temperatură se vor nivela eventual cu timpul şi că starea de dezordine maximă sau de echilibru final va duce la moartea universului. Dar, în afară de faptul că nu putem afirma că universul este în fapt un sistem izolat - pentru a-i putea stabili caracterul izolat, ar trebui să ne aflăm în afara lui - ne lipseşte cunoaşterea unei părţi destul de vaste a universului, pentru a ne permite să tragem nişte concluzii atât de cuprinzătoare şi deprimante. De fapt, ar fi posibil ca noi să locuim, aşa cum a sugerat Boltzmann, într-un colţ al universului aflat în epoca actuală într-o astfel de fluctuaţie, încât în toate procesele entropia să crească.

într-o altă epocă, fluctuaţia ar putea să se desfăşoare în direcţia opusă; s-ar putea, să existe alte colţuri ale universului în care lucrurile se întâmplă altfel chiar în prezent.

Cu alte cuvinte, din creşterea aparent universală a entropiei nu putem extrage totuşi prea multă informaţie.

Pe de altă parte, există o evidenţă contrară, care sugerează că ordinea creşte, în sensul că au loc procese de creaţie mai degrabă decât doar procese de dezorganizare şi moarte. Dacă galaxiile se

îndepărtează unele de altele, treptat universul devine mai „rar”. Ar avea loc o acumulare a materiei la periferia universului observat şi poate dincolo de raza de acţiune a aparatelor noastre, dar totuşi la o distanţă finită. Universul observai nu pare însă să-și schimbe structura nici măcar la distanţe mai apropiate de noi; densitatea medie a materiei rămâne constantă.

Exodul materiei spre periferia universului trebuie să fie compensat mereu prin crearea de materie în interiorul universului.

Dacă această teorie este adevărată, universul este un univers staţionar, trăsăturile lui generale rămânând neschimbate.

Există părerea că universul a existat întotdeauna în aproximativ aceeaşi stare; el nu a avut vreun început şi nu va avea niciodată un sfârşit. Modelul universului staţionar şi ideea unei creaţii neîntrerupte sunt foarte atrăgătoare şi, desigur, mult mai convingătoare decât modelul universului în explozie.

Conform acestei concepţii, universul a început cu o „mare explozie”-big -bang- pornind de la o stare de concentrare maximă a materiei, şi de atunci se află în continuă expansiune. într-un sens foarte restrâns, aceasta ar însemna că a existat un început în timp şi că, la fel de bine, poate exista şi un sfârşit. Desigur, după explozia iniţială, evoluţia poate să meargă pe căi diferite. Ea poate să se îndrepte spre o dispersare finală a materiei, care să însemne moartea totală a universului sau, materia ajungând într-o stare de densitate foarte mică, procesul să se inverseze, universul să se contracte din nou şi să ajungă la o stare de densitate înaltă; am avea prin urmare, un univers „oscilant”.

Modelul de univers „oscilant” implică mai multe ipoteze decât acela, mai simplu, al universului staţionar, dar cele două modele nu sunt incompatibile.

Cea mai dificilă dintre aceste ipoteze este cea cu privire la vârsta

universului, dar timpul nu poate fi comparat cu temperatura.

Punctul zero al temperaturii este determinat de starea de minimă energie a sistemului şi deşi această temperatură este inaccesibilă (ea reprezintă limita asimptotică), există totuşi o limită.

In cazul timpului, lucrurile nu mai stau aşa. Putem fixa scării timpului, în mod arbitrar, un început; întotdeauna însă vom putea să ne întrebăm ce s-a întâmplat înainte de acest moment.

Putem să ne întrebăm, de asemenea, ce se va întâmpla chiar şi după moartea universului, când va înceta orice mişcare.

Timpul nu cunoaşte oprire; nu poate exista o stare absolută a timpului. Dar, în momentul în care i se atribuie universului o vârstă, se presupune, implicit, existenţa unei asemenea scări. Vârsta unui corp material din univers, de exemplu a unei stele, poate fi apreciată numai prin comparaţie cu alte stele sau galaxii. Expresia „vârsta universului” se referă de fapt la cel mai vechi obiect material descoperit până acum.

Avem dreptul să vorbim despre vârsta Pământului în comparaţie cu aceea a Soarelui sau cu aceea a altor stele fixe din galaxia noastră.

Măsurând dezintegrarea radioactivă a anumitor atomi de pe Pământ, s-a găsit o vârstă de aproximativ $3x10^9$ ani. în mod analog, vorbim despre stele „tinere”

şi stele „bătrâne”; ele sunt pitice albe sau gigante roşii, culoarea poate să indice vârsta lor relativă.

Aceste dificultăţi, legate de problema începutului şi sfârşitului expansiunii universului, dificultăţi de natură atât logică, cât şi fizică, par a face modelul universului staţionar mult mai atractiv decât modelul exploziei.

Nici un model cunoscut de acum nu este destul de apropiat de universul real pentru ca să-i poată înfăţişa cu fidelitate. Mereu ies la iveală aspecte noi.

Tot ce putem spune este că datele pe care le vom obţine în viitor, probabil ca urmare a călătoriilor spaţiale, vor face să încline balanţa de partea unuia sau altuia dintre modele şi că, probabil, modelul care va fi considerat acceptabil va fi cu mult mai complex decât toate cele elaborate până acum. In orice caz, aici frontiera este deschisă cercetărilor.

Dovezile care vin în sprijinul teoriei procesului de creaţie în cadrul universului sunt însă convingătoare. Creaţia este un proces natural, constând în apariţia unor elemente noi, pe baza unor condiţii preexistente: ea este crearea ordinii din haos.

Astfel, dacă energia dispersată ca rezultat al expansiunii se condensează din nou într-un strop de materie, în spaţiul intergalactic poate să apară un atom de hidrogen, s-au un proton şi un electron, care împreună formează o entitate neutră; în felul acesta, se stabileşte un grad mai înalt de ordine sau de concentrare a energiei.

Aşa cum a arătat Einstein, universul fizic este limitat şi de aceea conţine o cantitate finită de materie şi energie.

Creşterea entropiei face ca energia universului să devină mai puţin disponibilă pentru lucrul util, de exemplu pentru procese de creştere sau pentru o mişcare ordonată într-o direcţie determinată.

O asemenea creştere a ordinii se observă în procesele

biologice. Creşterea populaţiei lumii reprezintă tocmai un astfel de proces: un material cu organizare inferioară - hrana - este transformat în entităţi cu un nivel superior de organizare - fiinţe umane.

Sunt multe dovezi care vin în sprijinul concepţiei potrivit căreia evoluţia stelelor şi a galaxiilor reprezintă un proces universal din care fac parte integrantă şi evoluţia biogenetică şi intelectual-socială a omenirii.

Sistemul solar, Pământul, viaţa, au apărut tocmai în perioada în care, în această zonă a universului entropia creşte. O oarecare speranţă în „remontarea universului” în mod natural îşi pun oamenii de ştiinţă în „găurile negre”, corpuri cereşti cu masa atât de mare, încât nu permit nici luminii să le părăsească.

Aceste găuri negre absorb stele şi orice corpuri cereşti învecinate, datorită imensei forţe de atracţie ce o exercită asupra acestora. în consecinţă, masa lor creşte în continuare. Crescând masa, creşte temperatura

şi este posibil ca la un moment dat presiunea radiaţiei să învingă forţa gravitaţională şi astfel să apară o explozie similară cu cea care acum IO^{10} ani a condus la „naşterea” lumii în care ne aflăm.

Dar, „entropia întregului univers” nu are sens, deoarece nu ştim ce înseamnă „întregul univers” ; aceasta este o noţiune care nu se poate defini riguros şi care nu poate fi calculată, nu din lipsă de informaţii, ci deoarece nu se dispune de o definiţie matematică corespunzătoare.

Originea vieţii se află probabil în dezechilibrul radiant al Pământului la 300 K şi Soarelui la 6 000 K.

Din acest dezechilibru s-a născut reacţia de fotosinteză, care a condus la metabolism şi reproducere. Timpul şi viaţa sunt esenţialmente ireversibile.

Viaţa nu este o întâmplare unică, ea apare cu necesitate ori de câte ori sunt îndeplinite condiţii favorabile. Din calculele făcute universul cunoscut de noi va mai dăinui încă $5x10^9$ ani, când se prevede stingerea Soarelui.

BIBLIOGRAFIE

1. BACIU, ***Fiziologie,*** Editura Didactică şi Pedagogică Bucureşti, 1977.
2. C. BOGHIŢOIU, ***Electronica ajută,*** Editura Albatros, Bucureşti, 1982.
3. W. BEVERIDGE, ***Arta cercetării ştiinţifice,*** Editura Ştiinţifică, Bucureşti, 1968.
4. D. DANIELOPOLU, ***Tonusul cardiovascular,*** Editura Academiei,Bucureşti, 1970.
5. N. DRĂGULĂNESCU, ***Cuptorul cu microunde,*** EdituraTehnică Bucureşti, 1995.
6. P. GROZA, ***Fiziologia umană -*** Editura Medicală,

Bucureşti, 1988.
7. D. HALLIDAY; R. RESNICK, ***Fizica voi. I şi II,*** Editura Didactică şi Pedagogică Bucureşti, 1975.
8. URI HABER-SCHAIM, ***Fizica,*** Editura Didactică şl Pedagogică Bucureşti, 1971. <
9. I. HĂULICĂ, ***Fiziologie umană,*** Editura Medicală, Bucureşti, 1989.
10. E. HUTEN, ***Ideile fundamentale ale fizicii,*** Editura Enciclopedică Română, Bucureşti, 1972.
11. TH. V. IONESCU, ***Electricitate,*** Editura Tehnică, Bucureşti, 1962.
12. P. L. KAPIŢA, ***Experiment, teorie, practică,*** Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1981.
13. MAX VON LAUE, ***Istoria fizicii,*** Editura Ştiinţifică, Bucureşti, 1965.
14. G. MOISIL, ***Cascada modelelor în fizică,*** Editura Albatros, Bucureşti, 1985.
15. A. D. MOORE, ***Invenţie, descoperire, crcutivUutc,*** Editura Enciclopedică Română, Bucureşti, 1975.
16.1.1. PELERMAN, ***Fizica distractivă,*** Editura Tehnica, Bucureşti, 1967.
17. I. POP, ***Fizică moleculară şi termodinamică,*** Editura Didactică şi Pedagogică Bucureşti, 1975.
18. C. ROMAN, ***Există*** un secret ***al celebrităţii?*** Editura Didactică şi Pedagogică Bucureşti, 1982.
19. D. D. SANDU, ***Dispozitive pentru microunde,*** Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1982.
20. H. SEYLE, ***De la vis la descoperire***, Editura Medicală, Bucureşti, 1968.
21. R. SFICHI, ***Surse energetice ale viitorului,*** Buletinul de fizică, Bucureşti, 1983.

2C- ANDRfi STROHL, ***Prăcis phisique mSdicale,***
Academia Medicală, Paris, 1968.
23. V. TUTOVANU; V. SCUTARU, ***Electricitatea la îndemâna experimentatorului,*** Editura Ştiinţifică, Bucureşti, 1989.
24. E. TOADER; V. SPULBER, ***Optică pentru tehnicieni,***
Editura Tehnică, Bucureşti, 1985.